

设想航天远景
20世纪80年代的钱学森



笑谈回国50年
2005年3月的钱学森



科学与艺术相辉映
1994年12月钱学森与蒋英



向敬爱的钱老请教
1989年10月钱学森与钱学敏

钱学森致钱学敏的部分信件

1989 年 10 月 12 日

致钱学敏

本市 中国人民大学

钱学敏教授：

10月7日信收到，10日下午又能面谈畅语，甚感！

我想您可以在这交马克思主义行为科学这一现代科学技术大部门的哲学概括——社会论作贡献，为此奉上一些材料供参阅。

社会论不同于历史唯物主义，是以个人与社会的相互作用为研究对象的；而历史唯物主义是以社会系统的运动发展为研究对象的。社会论这一领域马克思、恩格斯、列宁都很少谈到很少，而这倒是中国历代文化中的一个重点。所以前信讲的工作可以此为突破口。

至于怎样从传统文化中提炼精华？我

想您可以从老一辈无产阶级革命家的著述中找到榜样，特别是毛泽东同志、周恩来同志和刘少奇同志的文章。我想您可以动手搞了，动手也是学习的开始，"干中学"是对的，不能等待。何况您已有张岱年教授这样一位好老师。

此致

敬礼！

钱学森

1989.10.12

1989年12月16日

致钱学敏

100872

本市海淀区中国人民大学

钱学敏教授：

看了您12月12日来信非常高兴，您一个多月来的努力已见成效："社会论"的大门已被您打开，是个"突破"！

您信中一段引言，五段对社会论的分析，已构成社会论的初步轮廓；下一步就是开拓这些题目，试着写出理论。在写作中会发现原来认识中之不足，逐步修正补充。您今后几年的研究途径已可看到，我向您道贺！

我还想提以下几点请参考：

(一)附上《中外法学》1989年4期，中有中国行为科学学会秘书长谢邦宇同志的文章，您可看看。我已去信给

他表示不赞成另立什么"行为法学"，见附上复制件。我向他介绍您在研究社会论。

(二）社会论的建立，先要批那些以为伦理道德与法制法治是不同独立部门的思想。不然马克思主义的行为科学树不起来。

(三）怎么打胜？用历史。您引的那一段恩格斯的话就讲原始社会的情况。后来呢？奴隶社会？封建社会？资本主义社会？我看在封建社会，统治阶级是一方，被统治阶级为另一方；统治阶级内部讲伦理道德，而对被统治的老百姓则属伦理道德于宗教迷信，以神来威慑老百姓；这再不行，就用刑法。而在资本主义社会，也是阶级社会，也还是这一套，美国宗教活动也是无所不在的。在封建社会和资本主义社会统治阶级为了掩盖他们统治劳动人民为他们服务、当牛马

的用心，才把德与法分开。我们要揭开这个幕幛！

（四）马克思主义的行为科学是研究在社会系统（开放的特殊复杂巨系统）中人的行为及按社会目的控制、调节人的行为的科学。它既不是只研究社会系统运动规律的社会科学，也不是只研究人的人体科学。

以上供参考。

请代我向俞长彬教授问好！

此致

敬礼！

钱学森

1989.12.16

1991年3月20日

致钱学敏

100872
本市海淀区中国人民大学

钱学敏教授：

3月17日信及文稿拜读；有一段时间未通信了，所以很高兴。问俞长彬教授好！

对文稿有以下几点意见请考虑：

(一)题目改一下，直指社会论。

(二)您是马列主义发展史专家，所以习惯于用引文加注释的格式。但我是普通人，决不能用这种语气。我想可否把文章作为您我二人合写？以解决这个难题？若可以，这就是两个"钱学"的第一篇了。

(三)在文稿11页上开始的那一节，能否加上一个重要内容，即中国古代哲学的精华——人的能动性，或说主体性。这个问题我们讨论过，1989年9月24及10月12日我曾写信给您，提出此问题；后来您说张岱年

教授很赞成。我近读《哲学研究》1991年2期54页郭齐勇文《熊、冯、金、贺合论》，深感过去马克思主义哲学缺少这方面内容，是老一辈无产阶级革命家创造的毛泽东思想倒有此内容。是中华民族的珍贵遗产，我们要发扬！正好吸入社会论，通过社会论注入马克思主义哲学。人当然受客观世界影响控制，但人又是个主体，是能动的。

为了写好这一节，您可向张岱年教授请教。

(四)最后结语那一节可否写上在中国社会主义建设中无疑要中国共产党领导。而因此凡是直接要与敌人做斗争的部门，都必须牢牢掌握在党的手中。这些部门要是政治委员制。现在共有四个部门：

1、中国人民解放军；

2、武装警察部队（武警）；

3）公安干警；

4、司法干警。

1、及2、是政治委员制，党绝对领导；而3、及4、不是政治委员制。这是落实社会论，可放在文章结语中。

(五)其它文字更动，已写在文稿上。

以上请酌。文稿附还。

此致

敬礼！

钱学森

1991.3.20

1991年5月14日

致钱学敏

中国人民大学

钱学敏教授：

孙凯飞同志来信说您二位于5月7日下午讨论了，您已决定先写一篇进一步阐明科学技术体系及其外围的文章。对此我拥护。

因此我也想，此文似应讲清以下几点：

（一）从毛泽东《实践论》的观点，用感性认识、理性认识的概念来说明：1.这个科学技术体系是有机的、全体构造；2.这个科学技术有一个核心、马克思主义哲学；3.它是不断发展与深化的。

（二）也用《实践论》的观点说明：1.科学技术体系与第一层外围的区别；2.第一层外围与第二层外面的外围的区别，这就涉及梦了。

（三）主观与客观。这也涉及"美"。大科学家对科学理论也有美丑之分，例如A. Einstein就不喜欢量子力学，认为非决定论是"丑"的。我们认为马克思主义哲学是人类智慧的结晶，一切违反马克思主义哲学的东西都是"丑"的。所以人的最高境界是"性命双修"。这也是中国古代哲人追求的天人合一吧？

这些想法不成熟，仅供您考虑。我希望您在写的文章是"划时代"的，是第四次伟大尝试的关键战役，一定要打胜！

此致

敬礼！

钱学森

1991.5.14

1993 年 3 月 4 日

致钱学敏

100872

本市海淀区中国人民大学

钱学敏教授：

这是回您2月25日的信。

您把我说"神"了！我是既怕天，也怕地，对一切权威都十分尊重，因为他们是为人民服务的。当然我藐视一切反人民的分子。1989年3月初我在中国科学技术协会的全委会上就高唱："中华儿女雄今古"！

好，现在谈工作。

您任务很重，第一篇稿子是您带头为你们的班子写的。总题目是科学技术是第一生产力的理论，其中就是我在去年年底同大家讨论的那些论点。如果再加一点，即提一下"世界社会"，但不作深入论述。

第二篇大作是原来准备去杭州春游时讲的《大成智慧学》。现在看来不急了，但还要写，要写好：包括"性智"、"量智"。

第三篇是新的，即《社会形态的新阶段——世界社会形态》。对此您要我再多说几句。那就是：1）世界一体化和各国各地区的相互作用强化，到第一次世界大战即明显化，一战后出

现了"国联"。这一发展到第二次世界大战就更加清楚了，组成了"联合国"，是世界的国了。2）当然世界社会中的国与国、地区与地区矛盾、冲突不断。中国古代的春秋、战国时代不就如此？但这是秦统一的准备呀。就是到了所谓封建一统的明、清王朝，少数民族地区不还停留在封建农奴制、奴隶制以至原始社会吗？所以当今世界各国各地区政治体制之"五花八门"并不阻碍世界社会形态的出现，经济一体化要求世界社会形态的出现。历史唯物主义嘛。何况我们已有开放的复杂巨系统的理论！3）当然，现在只是世界社会的第一阶段，就讲和平共处五项原则。但我们心中有数，再有一百年就是世界社会的第二阶段；最后是世界大同的共产主义世界社会。

钱学敏同志是"雄今古"呵！

那篇"Complexity"也说明如此！此致

敬礼！

钱学森

1993.3.4

1993 年 3 月 23 日

致钱学敏

钱学敏教授：

3月20日信及文稿3页都收到。信使我感动！但您过于自谦了，您是我们班子里唯一的一位社会科学哲学家，是一员大将呀！我还要向您学马克思主义哲学呢。

3页稿子写得很好。只一点：我原来称为"定性与定量相结合综合集成法"。后来我悟到我们要照毛主席在《实践论》讲的，从感性认识上升到理性认识的道理，在工作中把专家们从实践中总结出的定性认识，点点滴滴，不一定全面的东西，用系统模型加电子计算机试算，逐步搞清搞准，上升为定量认识。所以改称为"从定性到定量综合集成法"。这是我们把毛主席的《实践论》和党的群众路线引入系统学了，是我们的主要贡献。稿子要不要着重写上这一观点？请酌。

此致

敬礼！

钱学森

1993.3.23

文稿奉还。附拙文一篇请教。

1993 年 5 月 13 日

致钱学敏

钱学敏教授：

5月11日上午您提到要开研讨会研究社会科学、哲学与自然科学技术的交流，而我当即反应出不热情支持。原因是过去五、六年的经验教训，两方各说各自的，没有真正的交流。结果会开了，也上了报，好象很热闹，而其实还是老样子！

我想要解决问题就得向恩格斯学习：社会科学哲学家下功夫学自然科学技术，自然科学技术家下功夫学社会科学哲学。除此没有捷径。

这十年来，我们这两个"钱学"不就是互相学习吗！

附上一复制件请阅。也是"毛泽东与传统文艺"。

伯母大人康复了吗？祝愿她能再次带着您游北海公园！

此致

敬礼！

钱学森

1993.5.13

1993年10月7日

致钱学敏

中国人民大学
钱学敏教授：

10月4日来信、尊作《科技革命与社会革命》1万4千字大文和您老同学董新民同志信都收到。

我想我现在就是脑子还管用，我是为我的脑子活着。对21世纪的教育我又有些想法，另纸写了信向您请教。我们是民主讨论，您有什么意见，务必直说！

这篇稿子写得非常好！通顺畅达，充分表达了我们这个小集体近年来的想法。我本来就想用铅笔在尊稿上改几个字，后来又想这样还不够认真，所以又写这封信。想说以下这几点：

(一)第一章当今世界发展的主流。这里要不要提出世界社会形态？我想这是发展的一种模式，从分到合，合中又有矛盾斗争。人类历史已出现过多次：从部落到邦国，又从邦国诸侯到统一的国家。而现在全世界有近200个独立国家和地区，但现在已有184个独立国家参加了联合国组织。谁也不能完全孤立在这个世界上。人类总要走向世界大同！

(二)第三章关于产业革命和产业。我们现在讲产业是指

在市场经济中的产业，要用经济效益来衡量其运行结果的。社会活动中还有另一方面，即事业。事业是国家在宏观上调控市场经济的各种工作，它包括党、政、军、教育、文化管理、群众团体等。事业不是产业，所以不能搞“翻牌公司”。

(三)第四章政治革命和文化革命。这里只讲到大成智慧学。

(四)把大成智慧工程及从定性到定量综合集成研讨厅体系及社会主义建设总体设计部只写一章，第五章作全文的结尾，以显示其重要，这是我们这个集体的“命根子”。我们活着就是为了中国的社会主义建设，而中国的社会主义建设目前最最重大的事就是社会主义建设总体设计部。

这样一写，也许全文将增加到2万字。请考虑。文章发表当然您署名，我作个背后支持者吧。

文稿及董新民同志信一并送上。此致

敬礼！

钱学森

1993.10.7

1) 杭州的会我是去不了的。

2)《党校论坛》也奉还。此刊我已有。

1994年2月7日

致钱学敏

100872

本市海淀区 中国人民大学

钱学敏教授：

您是要写那篇大成智慧学的宏文，我现在为此提供点素材，供您采用。

第一，讲讲我个人学习的过程。在20年代，我在北京师范大学附属中学上学，高中在理科，称二部（一部为文科）。当时学的是理、工结合的。一般数理化课之外，还有伦理学，也学过非欧几理德几何学。也学过工业化学。

30年代初入上海交通大学学机械工程（铁道门），基本上是工程课。但教电机工程的钟兆琳教授和教热力学的陈石英教授都非常重视理论根底。

30年中期到美国MIT及CIT学习；MIT重在工；而CIT则强调理、工结合。我在CIT选修了不少理科课程，如微分几何、复变函数论、量子力学、广义相对论、统计力学等。博士论文也是用数理理论解决工程技术问题。后来十几年在MIT及CIT教学做研究，从薄壳理论、气动力学、火箭技术到工程控制论、物理力学等，也都是理、工结合，用"理"去解决"工"中出现的新问题。

50年代中叶回归祖国，也是搞理、工结合的国防尖端技术共20多年。

"文化大革命"使我觉悟。感到只是理与工是不够的，不懂得社会科学不行，所以开始下功夫学社会科学，也涉及哲学。当然这时早已懂得只有马克思列宁主义毛泽东思想才是真理。

终于在80年代中叶，认识到：要建立以马克思主义哲学为最高概括的科学技术体系。

第二，讲讲我个人在研究问题中的创新过程。在30年代中期到40年代初，当我碰到疑难问题时，苦思不得其解，总是形象（直感）思维，甚至是灵感（顿悟）思维解决问题。这是说我头脑中框框太多，不能从理论上触类旁通，得靠形象，甚至靠梦境。这种困境，后来逐渐缓解，不用做梦了，推敲一阵子就能看出问题所在。

但真正做到触类旁通是在懂得了科学技术以及知识体系之后。

第三，因此马克思主义哲学居于科学技术以及知识体系之首，才是触类旁通的钥匙。创造力来源于马克思主义哲学，而用这个观点看科学技术以及知识体系，就是大成

智慧学。

毛泽东同志在60年代后期就指出质子、中子、电子等所谓基本粒子也是可分的，没有到头。邓小平同志在70年代提出科学技术是第一生产力。皆大成智慧学也。

第四，认知过程是无穷的，知识是无穷的。过程、历史、发展、前进，永无止境。我们现在知道的只是一小块，我们不知道的才是大海！

第五，既然马克思主义哲学是智慧的泉源；在一切阶级社会中，由于阶级斗争的影响，教育也有阶级性，所以不可能用大成智慧学来办教育。这是阶级社会的局限性！同时，这又是我们社会主义中国的优越性，我们可以自豪！

第六，我用了70年的学习才悟到以上道理，太长了。能不能用不到20年就学到？可以的。用人-机结合，用信息技术、用信息网络。第五次产业革命呀！

以上六条，供您参考。不当之处，请指教。

蒋英和我也就此向

长彬教授和您　　拜年！向

伯母大人恭贺　春节！祝您
阖第快乐！

钱学森
1994.2.7

1994年5月17日

致钱学敏

100872

本市海淀区中国人民大学

钱学敏教授：

上次我去信讲了我对现代科学技术体系研讨会的感触，现在我再写几句解释。

从我个人思想发展过程来说，我在大约10年前，因为看到新学科群起，老的自然科学、社会科学、哲学三大件是不够用了，所以从系统思想的概念提出现代科学技术体系的想法。后来又逐步完善，终于形成现在十大部门的结构。但这时我还没有大成智慧学和大成智慧工程以及"大成智慧教育"的想法。"大成智慧"是受启发于您的。

学术思想的发展往往不同于社会实践的发展。社会实践是讲功利作用的。从这次大学生的反映看，不就清楚了？他们首先感兴趣的，不是现代科学技术体系，而是"大成智慧教育"！

因此我们可以说，到30－50年后，我国社会主义建设进入现代中国的第三次社会革命时，真正要实现"大成智慧教育"，实现"人·机结合"工作体制时，现代科学技术体系才成为一门必修课。所以只有到那时现代科学技术体系这门学问才会成熟，因为有实践要求了嘛。

思想领先。但思想要成熟还得靠实践的推动。我们是在做未来的事。所以我有"悠悠历史感"！

以上思想不知当否？请指教。

此致

敬礼！

钱学森

1994.5.17

1996年2月26日

致钱学敏

100872

本市海淀区中国人民大学

钱学敏教授：

七天春节长假已过去，我们又要谈工作了。

但我首先要对您表示佩服！您对潘受先生楹联的释文显示了您对祖国文化的修养：如那个"涓"字我是认不出来的！因此我让涂元季同志将您的信复制1份送国防科工委办公厅，请他们好好学习。

附上几件剪报供参阅。

写此信还有一件事要说：我近日得韩庆祥（现在中共中央党校）写的《马克思人学思想研究》，翻阅后深感我们把"人学"作为行为科学的哲学概括，作为行为科学上升到马克思主义哲学的桥梁，是正确的。也可以说是对马克思主义的发展

与深化做一点贡献。这是一项重要工作，因为韩书最后一章讲社会主义市场经济与人的发展写得很不够，因为他没有把人学和行为科学结合起来，没有讲要把文化思想教育与法制法治双管齐下。

此意请考虑。故把韩书奉上，请阅。

此致

敬礼！

钱学森

1996.2.26

1996 年 7 月 21 日

致钱学敏

100872

本市海淀区中国人民大学

钱学敏教授：

您7月15日、16日两封信及那篇万余字的大作稿都收到。我读后深感您辛勤写作阐发我们的研究，真是功不可没！下面我提点想法供您考虑：

文章中既然引用了那张现代科学技术体系表，又说到"建筑科学"，那就应该将建筑科学加进现代科学技术体系表；改10大部门为11大部门，说明随着我们实践认识的发展，这个体系也会发展。何况建筑科学这个大部门明显是科学与艺术的结合。目前这一大部门中的现实问题很多（见附上的剪报复制件），要用马克思主义哲学来推进其解决。这点意见我也向鲍世行同志与顾孟潮同志讲了。

还有一个更大的问题是"大成智慧"。您是否

在那本《现代科学技术体系与大成智慧学》书中讲透了？我现在想，大成智慧是我们近年来工作的核心，第五次产业革命和科学技术体系的形成造成人·机结合的思维体系，以致要求人人18岁达到硕士水平。这是"新人类"了！而社会也将改观、改组，这一点一定要宣传好！中国共产党领导的社会主义要领先开步走上这条大道！能不能在建党一百周年开始？这才是头等大事！

以上请示。

文稿送还。　　　　此致

敬礼！

钱学森
1996.7.21

1997年3月16日

致钱学敏

钱学敏教授：

您3月8日信及大著四册都收到，我很受鼓舞：有您这样一位哲学家参加我们这几个人的集体，真是大幸事！

我建议的那张现代科学技术体系表，是把古今中外的哲学论述都放在那周围，作为有希望进入核心的素材。我们不已经吸收了"人学"、"量智"、"性智"吗？这只是开始，一定还有其它，请您物色。我们是辩证唯物主义者，要学列宁、学毛泽东、学邓小平，不断开发大成智慧！您以为如何？请示。

蒋英和我都向您和长彬教授问好！

此致

敬礼！

钱学森

1997.3.16

1997年4月6日

致钱学敏

100872

本市海淀区 中国人民大学

钱学敏同志：

近一个时期我一直在翻阅您送来的冯契教授著的4本书，也在思考"大成智慧学"。我也翻看了吴国盛主编的《自然哲学》。

我想我们宣传的"大成智慧"与他们不同之处就在于微观与宏观相结合，整体（形象）思维与细部组装向整体（逻辑）思维合用；既不只谈哲学，也不只谈科学；而是把哲学和科学技术统一结合起来。哲学要指导科学，哲学也来自科学技术的提炼。这似乎是我们观点的要害：必集大成，才能得智慧！此意如何？请教。

为此我又把上述五本书送还到您处。

还附宋健同志托于景元同志转来的一篇乡济江才健先生文，请阅。

就写到这里。

我向长彬教授问好！

此致

敬礼！

钱学森

1997.4.6

1999年4月11日

致钱学敏

钱学敏同志、于景元同志、戴汝为同志、涂元季同志：

我读了钱学敏同志4月6日信以后，又想到几个问题，写在下面供大家研究。

（一）客观事物和人自己都是开放的复杂巨系统，只是人在认识它们时，常常可以作为简单系统来处理，暂时避开复杂的一面。科学都是如此的。所以不要以为我们非用复杂性不可。

（二）对人的思维，有两种研究方法：一种是把它当作大脑的功能，即从脑细胞活动开始。这是人体科学里的一部分：脑科学。我国507所梅磊同志就是这方面专家，他的文章见《中国人体科学》杂志。这很不容易。

（三）另一种方法是从思维现象开始，也就

我们说的科学技术体系中的"思维科学"。这是宏观方法，把思维从人的实践经验中划分为：1）逻辑思维，2）形象思维，3）创造思维来处理。这比较容易，我们就用这个方法研究人的思维。

（四）钱学敏同志信中提出的思维结构：知识层，情感层，智慧层，这很好，是我们提倡的大成智慧的实质。但又缺信息网络。

以上当否？敬请指教！

钱学森
1999.4.11

2000 年 3 月 18 日

致钱学敏

中国人民大学静园18楼22号

钱学敏教授：

您3月1日信收到，谢谢！

我想我们人民中国就该创新大成智慧，为世界作好事！

我前两个多星期在人民解放军总医院查体，一切正常，就是人老了。

我再表示对您来信感谢！

此致　　敬礼！

钱学森

2000.3.18

致读者

钱学森的科学思想博大精深，反映了我们这个时代精神的精华，内容涉及人类知识体系的各个方面，有些科学领域他探索得很深，做出了开创性的贡献，提出了前瞻性的预见和设想。

他的科学理论体现着辩证的哲学思维，他的哲学思想有着深厚的科学底蕴；他的科学思想来自实践、为了实践，常常是自然科学与社会科学以及有关科学技术等多学科知识的综合集成；他的科学观与方法论不仅汲取了中国传统文化的精华和当代世界最先进的科学技术特别是信息技术革命的成果，而且凝聚着深厚的爱国热情和高度的社会责任感，一切都是为了祖国的强大、世界的和平、人民的幸福。

这本《钱学森科学思想研究》是在钱学森的督促、指导和帮助下，我陆续写成并发表了文章的基础上，进行编选、修改、补充而成的。由于成文前后相距近 20 年，因而各章间不免有些重复，也会有不少疏漏甚至理解不妥之处，我不揣浅陋地把这块还没有烧透的砖抛出来，意在恭请读者批评指教，并望引出大批精品美玉。

有一段往事至今思之仍历历在目，那就是 1936 年夏天，钱学森在美国麻省理工学院仅用一年时间就获得了硕士学位，这消息从太平洋彼岸乘着海风传到北京，令我们这个一向平静而安祥的书香之家立刻激动起来，祖父和父母非常高兴，扬着笑脸引以为荣，时常津津有味地给我们兄弟姐妹讲述我们的堂兄钱学森的故事，说他在家里时如何勤勉好学，如何聪明、有灵气等等。

后来，大约是 1944 年末，抗日战争即将进入最后决战，北京上空有时忽然出现拖着两道白烟的飞机，正当我们惊奇又紧张地仰头观望时，父亲指着从蓝天掠过的飞机说："这是美国盟军的喷气式飞机，是钱学森参加设计的一种新式飞机，它飞得又快又高，日本鬼子打不着……"[①]所以，在我们的心灵里从小就铭刻着这样的记忆：钱学森是我们学习的榜样，我们的骄傲，我们的梦想。

第二次世界大战结束后，1947 年夏，钱学森回国到上海探亲，然后来到北京并看望我们一家，当时他已是麻省理工学院(MIT)的终身教授，美国最优秀的火箭专家，为世界反法西斯战争的胜利做出了不可估量的贡献。我的父亲和钱学森虽是叔侄关系，但因年龄相近，从小曾在一起，又先后都在北京师大附小、师大附中读书，情同手足，然而彼此"浮云一别后，流水十年间"。所以此次在京久别重逢，倍感亲切，也就是在这一天，我第一次见到仰慕已久的堂兄——年轻、英俊的钱学森。

时光荏苒，世事多变，1955 年钱学森冲破重重阻力回到祖国，为了祖国的迅速崛起，在党和国家、军队的关注与领导下，他在技术上负责主持研制"两弹一星"并做出了杰出的贡献，被人们誉为"中国航天之父"，也被公认为"世界级科学家与工程名人"。直到 20 世纪 80 年代初，他走出"两弹一星"的发射现场退居二线，担任国防尖端科学技术的高级顾问。

1989 年我终于有机会来到他的身边，参加他领导的系统学讨论班和

---

① 当时钱学森在美国从理论与技术上开创性地解决了喷气式超声速飞机所遇到的"声障"、"热障"以及金属薄壳的稳定性问题，为发展喷气式超声速飞机奠定了理论基础，他并且是美国航空喷气公司 Aerojet Company 的技术顾问。

他亲自参加并指导的一个小的学术研讨班子，直接聆听他的教导或登门向他请教，并经常与他通过书信探讨各种学术问题，有时一周能够接到他两三封来信，至今我们往来的书信约有400余封。

当我走近钱学森以后，开始他让我研究“行为科学”的哲学概括，紧接着又让我研究并阐明他提出的“现代科学技术体系”、“大成智慧学”等，我很紧张，倍感自己才疏学浅，便对他说：“我知识不够，干不了！”希望予以解脱。没想到他既像严师又像慈父般耐心地对我说：“你知识不够就学嘛！除了多读读书，多到社会上走走、实地调查研究，还要多动动脑筋，我的知识也是这样慢慢积累起来的。”接着他特意为我打开了一盏绿灯说：“以后你有什么不懂的问题，可以来问我。”他还鼓励我说：“你在中年时期能够有机会研究这些问题，应该感到兴奋和幸福。”

此后他每次审阅我的文稿都十分细心、耐心，不惜花很多宝贵时间反复予以修改、补充，甚至一个标题，一个语句，一个符号、一个注解。当发现我的错误或问题时，他总是言之谆谆，诲而不倦，而且还时常把自己珍藏的和当时看到的有关书刊资料提供给我学习参考。

他一心想使我尽快掌握广博的知识，急于提高我的研究能力，以便能够比较全面准确地理解、阐述他的科学思想，为祖国人民多做些事。他对我这种真诚的帮助和热切的期盼，一直牢记在我心中，成为我努力学习与工作的目标和动力。

年华易逝，岁月匆匆，转瞬近20年了，对于我来说，研究和阐发钱学森的科学思想，仿佛是紧紧拽着钱学森的衣袖，跟着他在荆棘载途的崎岖山路上奋力攀登。虽然觉得自己确实逐渐站得高了一点，望得远了一点，但是却顾所来径，一路上许多奇花异卉来不及欣赏、采摘，许多奇山异水顾不上游目骋怀，就是抢塞到嘴里的几个果实，也只是囫囵吞下，未能很好地品尝和消化。

最难忘是钱学森为了鼓励我不畏劳苦，努力钻研，起初和我联名在《哲学研究》上发表文章，后来又把我起草后经他指导、修改、补充过的三篇以钱学敏署名的文章呈送领导，并表示说：“这三篇文章完全代表了我

的思想。”有时还把我阐述他科学思想的文章寄送给一些专家学者并对有的专家说：“钱学敏教授多年来一直在研究总结我的学术思想。”有时他像对待年轻的晚辈一样勉励我：“这篇稿子写得非常好，通顺畅达，充分表达了我们这个小集体近年来的想法”、“你功不可没”等等。让我如沐春风。其实，自知与他对我的付出与期望相距甚远，内心十分愧怍，惟有铭感师恩山高水长。

钱学敏

2008.4

绪　言

1　钱学森在美国的科学成就与贡献(1935—1955)

20世纪最惹人瞩目的世界奇迹,莫过于贫穷落后的中华民族,在反对帝国主义侵略和二次世界大战的残酷斗争中,迅速觉醒、奋战、崛起!特别是近50年来,中国"两弹一星"的研制、发射成功,确立和巩固了其大国地位,成为保卫世界和平的重要力量,威仪凛然。

然而在20世纪50年代初期,中国人还没见过什么是火箭、导弹,只有钱学森等少数科学家,在国外做过它的研究、实验和发射工作。美国前国防部长赫尔德·布朗曾明确指出钱学森是"美国火箭、导弹研究和实验的先驱";美国媒体也曾多次报道他的科学成就,认为"钱是帮助美国成为世界第一流军事强国的科学家银河中一颗明亮的星";第二次世界大战结束时,美国空军曾高度赞扬"钱学森为世界反法西斯战争的胜利做出了巨大的贡献"。

直到1999年6月,美国《时代》周刊(《TIME》)Johanna Mcgeary还撰文说,"20世纪50年代全球20个洲际弹道导弹系统的建立,包括那些北京还把目标对准着美国的,都是钱学森智慧的产物。"(Qian is the brains behind the 20-odd' 50s-era ICBMS, including those Beijing currently targets at the U. S.)

或许人们想知道，钱学森少年时期以及在美国学习和工作这20年(1935—1955)，他正处于怎样的时代背景、社会状况和历史机遇之中？他开创性的科学成就和贡献是什么？他为什么能够做出这些成就和贡献？这些成就和贡献对世界反法西斯战争的胜利有怎样的重大意义？这些成就和贡献对推动美国乃至世界的科学技术发展，尤其是航空航天事业发展有怎样的重大作用？下面仅就笔者的所闻所知，做一些简要介绍。

1.1 为抵御外侮 改习航空学

钱学森，祖籍浙江杭州，1911年12月11日生于上海，为五代十国时期吴越国国君钱镠王第33世孙。钱学森少年时正值第一次世界大战。一战后，英、法、德、意、日、俄等帝国主义列强掀起侵华狂潮。1926年英国军舰在长江上寻衅炮轰万县，令我上千军民死伤，造成“万县惨案”；1927年北伐军占领南京，帝国主义干涉中国革命，炮击南京，我军民死伤2 000多人，毁坏房屋财产无数，造成“南京事件”等等。这些中华民族任人宰割和凌辱的悲惨事实，在钱学森幼小的心灵里留下了对帝国主义侵略者的仇恨情绪。



1934年，钱学森在国立交通大学获学士学位

而师长、父兄以及千百万同胞和仁人志士为拯救中华民族，奋起抗争、可歌可泣的民族精神，也令年轻的钱学森心潮澎湃。他是和同学们一起唱着“同胞同胞需爱国，国强国弱分荣辱，今我国势危且迫，要图强速速……”以及“谁愿意做奴隶！谁愿意做马牛！……”等爱国歌曲长大的热血青年。

1929年，钱学森从国立北京师大附中毕业后，考入位于上海的国立交通大学机械工程系(铁道门)学习。他清楚地记得孙中山先生在《建国方略》里提出：“予之计划，首先注重于铁路、道路之建筑，……”并为中国未来铁路建设勾画出宏伟蓝图。因而，钱学森决心像著名的铁路工程师詹天佑那样，

投身祖国的基础工业建设，为中国建造自己的火车与铁路，并借以保住疆土，抵制日、英、德、俄等帝国主义势力依靠修建铁路来瓜分、控制中国的图谋。

由此，钱学森在交大时，学习认真，成绩优异，各门功课平均都在90分以上，获得免交学费的奖励。1930年初秋起，钱学森因病在杭州家中休学一年，与表弟李元庆（后来的音乐家）一起饱览了家乡的名胜古迹和西湖美景，阅读了普列汉诺夫的艺术论、布哈林的唯物论以及中外哲学名著，引起他对音乐、文学艺术特别是哲学的兴趣与思考。

然而，正当他在交大勤奋学习与思考的时候，日本鬼子依仗先进的飞机、大炮，开始疯狂侵略中国的东北，1931年的“九·一八”事变后不久，就在钱学森身边发生了1932年的“一·二八”战争，他目睹了蔡廷锴将军率十九路军以弱势的武装和空军力量，在上海浴血抗击日寇的英勇顽强、慷慨悲壮的战斗场面。而当时的蒋介石则卑躬屈膝对日妥协，签订了“上海停战协定”，出卖国权民利。这一切，使得青年钱学森感到无比愤慨。

国难当头，为抵御外侮，他认为中国要战胜日寇，只有军人的英勇是不够的，还要有敢于抗争的国民政府和现代化的武器，特别是强大的空军，要自己学会制造飞机！于是，他满怀激愤钻到图书馆里博览群书，特别专注于阅读航空工程的书籍，他的志趣逐渐从设计火车头转向了发展航空事业。

大学毕业后，钱学森考取清华大学（庚款）留美学生，攻读飞机设计，决心制造飞机，壮我中华。1935年8月，当他登上邮轮负笈留美时，迎着海上的狂风巨浪，依恋祖国之情随着航船渐行渐浓，他在心中默默承诺：目前中国混乱，豺狼当道，我暂时到美国去学习科学技术，他日回来，再更好地为国效劳。

1.2 师从冯·卡门 攻世界难题

20世纪30年代的美国正值资本主义世界经济危机时期，工业生产骤然下降，波及农业、金融、商业、贸易，大批工人失业、农民破产，一片萧条。虽有罗斯福总统（Franklin Roosevelt，1882—1945）提出“新政”，千方百计忙于应对，但也难以解决各种矛盾，特别是劳动就业的激烈竞争。也正因此，在学校和工厂，种族歧视随处可见。

1935年，钱学森在世界知名的麻省理工学院（MIT）航空系学习的初期，面对某些美国同学傲慢地讥笑中国愚昧落后的种种现象，他曾毫不服气

地向他们挑战说:“中国作为一个国家,现在是还比你们美国落后,但作为个人,咱们人比人,你们谁敢和我比试?!”后来,只用了一年时间,他就获得了航空硕士学位,学习成绩超过了同班许多外国人,为中国人争了光。

然而,中国学生在麻省理工学院毕业后,要到美国的航空工厂实习,却不受欢迎。这无形中迫使钱学森的专业研究方向由航空工程转为对航空理论的探索。好在这也正是他的志趣和特长所在。同时,父亲的挚友,民国时期著名军事理论家蒋百里先生,当时在欧洲考察之后,深感德国空军的迅猛发展得益于航空飞行理论研究的先进成果。因而,也鼓励钱学森钻研航空理论。于是,钱学森决定到加州理工学院(CIT),拜访慕名已久的冯·卡门教授,希望跟随他继续攻读航空博士学位。



1939年,钱学森在美国加州理工学院获博士学位

冯·卡门(Theodore von Kármán, 1881—1963)是匈牙利出生的犹太人,1906年,进入德国哥丁根(Göttingen)大学机械研究所,跟随应用力学的创始人普朗特(Ludwig Prandtl, 1875—1953)教授攻读博士学位。1904年,普朗特在边界层(即贴近在空气或水中运动的物体的表面层)和机翼理论上,取得了决定性的进展,解决了困惑航空界多年的飞行阻力来源以及机翼设计问题,把应用力学与航空技术结合起来,成为空气动力学的先驱。

那时还年轻的冯·卡门在普朗特教授的指导下做研究工作,兼任新飞船风洞(New Airship Wind Tunnel)实验室助理。他通过各种风洞实验,于1911年,经由数学计算和分析,发现机翼穿过气流时,会产生两股平行的气旋,造成一种阻力,从而完成了著名的“卡门涡街”(Kármán Vortex Street)等多项气体动力学的研究,才华显露。

1922年,普朗特谦虚让贤,推荐冯·卡门接替他在哥丁根大学应用机械研究中心主任的重要职务。当时,以普朗特和冯·卡门为代表的德国航空理论和技术,不仅为德国航空工业的发展开辟了新的前景,也使得正在萌

生的科学技术体系中的技术科学初现雏形。

1930年，德国反犹太人的风声日紧，冯·卡门预感不祥，便应加州理工学院领导米立肯教授的聘请，偕母亲（父亲已故）、妹妹移居美国，在该院航空系开设新课：空气动力学、航空应用弹性理论等。同时，兼任古根海姆喷气推进实验中心主任。他把哥丁根民主自由的学风以及德国先进的航空理论和技术成就带到了美国，成为加州理工学院最受学生尊敬和爱戴的著名教授之一。

1936年的一天，钱学森从美国东海岸的波士顿来到西海岸的加州理工学院（CIT），专程拜见这位世界著名的力学大师冯·卡门，征询继续深入进行学术研究的意见，没想到他们的第一次见面就令冯·卡门终生难忘。冯·卡门晚年时曾回忆说："我抬头看到一位个子不高、仪表严肃的年轻人，他异常准确地回答了我的所有问题，他思维的敏捷和富于智慧顿时给我以深刻的印象。我建议他转到加州理工学院来继续深造。"[①]

加州理工学院注重基础理论教育，强调理工结合，钱学森走进校园后，立刻感受到处处洋溢着民主的学风、创新的热情，这种天朗气清的环境使得他那勇于创新、追求真理的天资受到很大激励。他近年回忆说："在这里，你必须想别人没有想到的东西，说别人没有说过的话。这里拔尖的人才很多，我想和他们竞赛，必须跑在前沿。这里的创新还不能是一般的，迈小步，那不行，你很快就会被别人超过。你所想的、做的要比别人高出一大截才行。"[②]

选择什么课题作为钱学森攻读和研究的方向是至关重要的。这位英明睿智的导师深知，在当时，世界各国飞机的飞行速度和高度，是战争中空军实力相互较量和决定胜负的关键。谁能够先把飞机的飞行速度，从常规的亚声速提高到高亚声速以至超声速时，谁就有可能在战争中取得优势和最终的胜利。

然而那时，世界航空工业正处在从老式的螺旋桨飞机向超声速的喷气式飞机发展的时期，在理论和工程技术上面临着两大难题：

一是当飞机的飞行速度提高到高亚声速时，气体的可压缩性对飞行器的性能到底有什么影响？它们之间的定量关系是怎样的？

二是如果想再将飞机的飞行速度进一步提高到超声速时，应该采用什

---

① 冯·卡门：《红色中国的钱博士》，载《人物》，1982年第5期。

② 参见2005年11月22日《光明日报》。

么样的最富有成效的理论指导和技术设计才能实现?

这是两个全新的课题,特别是对于当时航空工业发展相对还比较落后的美国。为提高空军的战斗力,发展空军的优势,赢得战争的胜利,尽快解决这两大难题迫在眉睫。冯·卡门机敏地抓住了这两个对他自己来说也是全新的重大课题,满怀期待地选中了天资聪慧的钱学森,鼓励他在这两个尖端科学技术方面,同时进行创造性的研究和探索,写出博士论文。

1.3 攻破"热障"关 公式"卡门-钱"

钱学森面对这两大科技难题,深知其意义重如泰山,心中思考的不仅是为了美国航空工业的发展,更主要的是为了发展祖国的空军力量,抗击日寇和一切帝国主义侵略者。因而,他把满腔报国热忱与冷静的思考结合起来,投入紧张而艰苦的科研工作。他废寝忘食地查阅了当时世界各国航空科学与技术的丰富资料与成果,去粗取精,去伪存真,综合集成,探索前行。



参与美国早期火箭和导弹研制时期的钱学森

不知有多少个不眠之夜,他在浩瀚的知识宝库里苦苦地寻觅,甚至是在百思不得其解时,忽然从半梦半醒中捕捉到一些灵感,然后反复大胆设想、设计、计算、实验,把逻辑思维与形象思维结合起来。暑往寒来历经三载,逐步攻破了一个个难关,从而形成自己独到的见解,在高亚声速流场的精确计算以及超声速空气动力学以至火箭推进方面,都做出了开创性的贡献。

1939年他非常出色地完成了《高速气体动力学问题的研究》等四篇博士论文,获得航空和数学的双博士学位。下面仅就钱学森博士论文中部分内容的原创性贡献,做些简要地介绍:

(1)博士论文的第一部分是关于飞机在高空中高速飞行时,它所受到的阻力和表面的热效应问题。当时普遍认为飞机在超声速飞行时,其表面与

空气发生的摩擦阻力并不重要，可以忽略不计，而且飞机表面不会发热，反而可以被周围空气给冷却了。可是，按照这种理论制造的飞机进行超声速飞行时，飞机就会很快被烧垮，从高空坠落下来。

钱学森经过对飞机结构整体的物理思考，加之运用极其复杂的数学计算和逐次迭代的近似解法，得到了飞机在高速飞行时，将受到空气摩擦阻力和热效应的重要影响的精确数据和结论。在世界航空工业还比较落后的时代，这是一个全新的科学理念。

他从航空理论上预见了实现高速飞行的飞机将会遇到“热障”，其表面气流的温度很高，能使金属外层强度降低、甚至熔化，在设计高速飞机时，必须对飞机表面采取有效的防热或冷却的措施，才能持续高速飞行。钱学森的这一研究成果发表在 1938 年美国的《航空科学学报》上。

(2)博士论文的第三部分是寻求一种计算高速飞行着的飞机机翼表面压力分布情况的科学方法。当时，航空界已有的一些计算方法，只能适用于计算飞机机翼较薄、飞行速度较慢(例如小于 0.5 倍声速)的情况。为了实现大型超声速飞机精准合理的设计与制造，冯·卡门凭着对物理问题敏锐的洞察力，建议改变传统计算方法，采用来流状态点处的切线近似计算法。

钱学森在导师的启发下，专心致志地每天工作十几个小时，晚上时常工作到深夜，反复对比、思考，加之一系列细心的数学推导、计算(当时没有电子计算机)与实验，果然得到比过去更为精确的计算结果及其数量关系。这就是著名的“卡门-钱公式”。这篇文章发表在 1939 年美国的《航空科学学报》上，这个公式很灵，出人意料，它是空气动力学中的重大成果。

“热障”理论和“卡门-钱公式”，在第二次世界大战期间以及二战之后很长一段时间，都被世界各国广泛应用于超声速飞机设计与制造，直到电子计算机广泛应用之前。2001 年 12 月，中国载人航天工程总设计师王永志院士回忆说：“……我后来到苏联学习，教授给我们讲课时讲到‘卡门-钱’公式，对钱老的这项工作评价很高，并特意指出‘钱’是中国人。”

那时，冯·卡门被誉为“超声速飞行之父”。而年轻的钱学森刚刚步入力学界，就撰写出了对空气动力学和超声速飞机制造与发展起着极为重要作用的经典文献，显露出他勇于超越旧观念、大胆创新的过人才华。此后十多年，他为了飞机的高速飞行，突破“声障”和“热障”，不断探索，几乎在全方位都做出了崭新的重大贡献。

冯·卡门曾这样高度评价他的得意门生钱学森：“他在许多数学问题上

和我一起工作。我发现他非常富有想象力,他具有天赋的数学才智,能成功地把它与准确洞察自然现象中物理图像的非凡能力结合在一起。作为一个青年学生,他帮我提炼了我自己的某些思想,使一些很艰深的命题变得豁然开朗。”①

随后,钱学森很快成为冯·卡门的亲密合作者和得力助手,成为当时航空界和加州理工学院里最引人注目的人物,并被加州理工学院古根海姆航空实验室(GALCIT)聘为研究人员(Research Fellow)。钱学森的好友和同事马勃(Frank. E. Marble)晚年时回忆说:“只要你看到冯·卡门和钱学森在一起兴致勃勃地讨论、计算,过一段时间,他俩就会有新的创造性的成果出现。”

1.4 总统重科技 广开科研路

1936—1939 年,正当钱学森攻克空气动力学中的世界难题,为航空工程设计提出高速飞行的新理论、新方法、新公式的时候,世界和平遭到严重的破坏。1933 年,德国纳粹党头目希特勒上台后,建立独裁政权,重整军备,特别重视发展空军。1937 年,德国相继与正在图谋侵略他国的意大利、日本法西斯结成联盟。

于是,日本帝国主义有恃无恐,1937 年 7 月 7 日在中国悍然挑起“卢沟桥事变”,发动全面侵华战争,肆意烧杀劫掠敢于奋起斗争的中国人民。同年 12 月 13 日至次年 1 月,日本帝国主义又制造了震惊世界的“南京大屠杀”特大惨案。祖国正在遭受巨大的灾难,国将不国,生灵涂炭。身处异国他乡的钱学森,闻讯后彻夜难眠,义愤填膺,他坚信中国不会亡,决心用各种方式为国效力,报仇雪恨!

1938 年,德军迅速侵吞了奥地利,占领了捷克斯洛伐克。1939 年,意大利侵占了阿尔巴尼亚。随后德军又入侵波兰,直逼英、法。英、法两国忍无可忍,分别向德国宣战,于是第二次世界大战爆发!

1940 年初,希特勒借助其远程轰炸机、战斗机和机械化部队的优势把欧洲的几个小国一个个几乎碾成碎片,然后迅速攻占了巴黎,法国被迫投降。接着德军又大举进攻英国,1 800 多架飞机布满英国上空,连续狂轰烂

---

① 冯·卡门:《红色中国的钱博士》,载《人物》,1982 年第 5 期。

炸好几天。英国危在旦夕，首相丘吉尔向罗斯福紧急求援。

美国总统罗斯福清醒地意识到：只要世界任何一个地方的和平遭到了破坏，那么世界上所有国家的和平也就处于危险之中。作为陆海空三军统帅，他一方面通过国会支援英国，一方面拨款几十亿美元，希望尽快制造出性能先进的飞机、军舰、坦克、大炮，以加强美国的防务力量，准备迎战敢于来犯者。

由于世界反法西斯战争的需要，美国迅速把军火生产推向国家任务的最前列。大批原来失业的工人涌回到飞机厂、钢铁厂、木材厂，紧张地完成新的订货任务，每日生产出成千上万的各种军火。美国的经济从此开始复苏，人民的生活也因而有所好转。

罗斯福完全懂得，现代战争不仅是作战部队之间的一场格斗，也是各国在科学技术之间相互竞争的一场格斗。他对于发展先进武器、炸药的科学技术尤为关注，经常与一些科学家讨论研究。1939 年 10 月，罗斯福接受科学家萨克斯带来艾·爱因斯坦(Albert Einstein，1879—1955)当年 8 月 2 日写给他的信。爱因斯坦预料在不久的将来，铀元素会变成一种重要的新能源。它也可以用来制造出极有威力的新型炸弹。而德国在这方面有可能采取先发制人的行动，……等等。这封信引起了罗斯福极大的重视，立即成立了铀问题咨询委员会，并集结了罗伯特·奥本海默(J. Robert. Oppenheimer，1904—1967)等由科学家、军事家和科学技术人员组成的庞大队伍，开始了研制原子弹的曼哈顿计划。

钱学森的导师冯·卡门不仅是一位大科学家，世界著名的力学大师，还是一位性格开朗、善于交往的高级工程师，他与美国政府高官、军界将领、航空界、企业界、宗教界等等，都有不少交往和联系，受到罗斯福总统和军方的器重。

据钱学森最近回忆说："二战爆发后不久，罗斯福总统特别注意发展科学技术，多次把科学家们找来共同讨论在美国如何发展科学技术的问题，当时就找到了冯·卡门等科学家，他们讨论来，讨论去，结果就做出要尽快搞火箭发射、搞原子弹和氢弹这个英明的决定。因为一般的火炮打原子弹、氢弹，打不远，不行。有了火箭发射，你想打到哪儿，哪儿就完了，毁灭性的。"

罗斯福总统特别关注发展科学技术，重视冯·卡门等科学家提出的对策，不仅使美国逐渐走向民富国强之路，而且为现代科学技术的发展创造了良好的条件，无形之中也给钱学森向科学进军拓宽了道路，增添了信心和

力量。

1940 年，面对日寇大举侵华和第二次世界大战爆发，钱学森暗想：我现在虽与祖国远隔重洋，不能上战场直接与日军搏斗，但目前中美关系较好，我可以利用在美国的科学研究和实验条件，拼命去抢占世界科技高峰，借以提高军事力量，打击德、日、意帝国主义。

1.5 飞机超声速 薄壳不失稳

当时，空军在二战中的重要作用已日益明显，交战各国都在设法采用薄而轻的金属制造飞机的壳体，以提高战斗力。但是，如果金属壳体太薄、太轻，高速飞行时，壳体就有可能因为超过一定载荷而皱瘪下去，即发生所谓“屈曲”而失稳，以致完全破损，折戟沉沙。

那些年，航空设计人员依靠经典线性理论计算出来的数值，与实验值差距很大（几乎差上 3 至 4 倍），无法应用。人们实际上是凭借经验去设计薄壳金属飞机，成功率很低。冯·卡门看到英美正联手抗击法西斯，深知解决这个难题在二战中的重大意义，他自己也一直为之困扰，找不到精确的答案。于是就鼓励他的得力助手钱学森尽快解决这个薄壳失稳的问题。

那是在 1940 年之初，钱学森首先系统地分析研究了前人在有关薄壳理论中的初步成果和大量失败的教训，同时还搜集了所有能够得到的点点滴滴的实验数据。然后，开始在这原始资料的森林里，摸索前进，探寻山径。

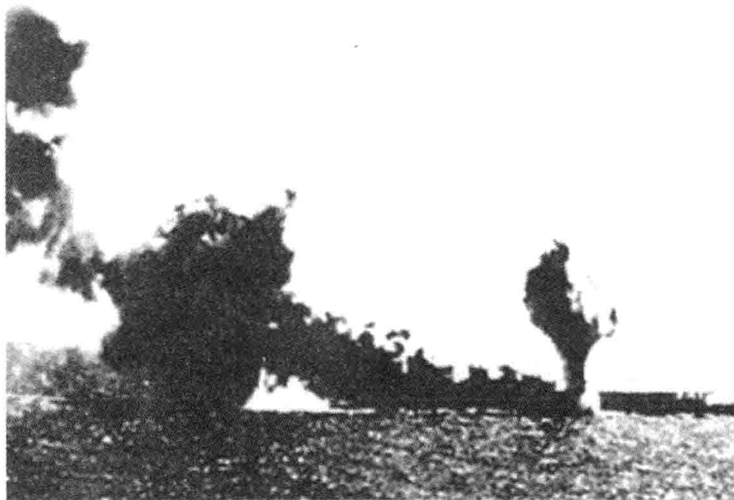
他发现，航空界的科技人员当时所掌握和运用的经典理论，几乎没有考虑到非平板式的金属壳体在受到外界的干扰时，会被激发而发生位能的高低跃变。因此，不仅要知道经典线性理论所给出的“上”屈曲载荷的准确数值，还要特别注意找出使壳体发生有限变形时“下”屈曲载荷的准确数值。实际证明，对后者的计算结果与试验值十分接近，应该成为飞机设计的主要依据。这一新的发现和科学观念，很快被航空理论界和工程界所接受。

钱学森继而将这一能量跃变原则推广应用到更为广泛的金属柱壳的研究。为了求取圆柱壳体屈曲的临界载荷，找到壳体可能达到的合理位形，他不畏劳苦，进行了大量的推导和演算，不知有多少次，仿佛在那荒无人烟的丛林里，误入歧途，前功尽弃，只得折回原地，重新奋力攀登、日夜兼程、披荆斩棘。

冬去春来，钱学森大约经过 100 多个难以安睡的日日夜夜之后，终于用

长达 800 多页的手稿，铺就了一条通往科技之巅的捷径，达到了一个新的认识领域，彻底解决了薄壳稳定性问题。这不仅对于高速飞机，而且对于火箭壳体的工程设计都具有非常重要的理论意义和现实意义。

1941 年，钱学森关于薄壳稳定性的科研成果，在美国的《航空科学学报》上公诸于世，但是其篇幅只有 10 页，极为简明。他随后把这 800 多页手稿存放到纸袋里，并在纸袋外面写下了“Final”(最终的成果)字样。但他立刻想到，认识是无止境的，真理是相对的，于是，紧接着又在下一行写了“Nothing is final”(终极的认识是不存在的)，表现出他谦虚、求实、不断追求真理的科学精神。



爆发于 1942 年 5 月的珊瑚海之战，是人类战争史上首次以舰载飞机为主进行的海战。美国舰队航空兵由于采用雷达、飞机返航引导装置等新技术，在作战中掌握了主动。图为日军“祥凤”号航空母舰中弹起火

1.6 参加“火箭组” 研制助推器

还是在二战爆发的前夕和初期，战争势态的发展错综复杂，瞬息万变。美国军方密切关注着德、意、日法西斯军事力量和军事装备的变化，并千方百计地提高自己的军事装备技术。1938 年春，美国陆军航空兵司令阿诺德(Henry Arnold)将军访问加州理工学院时，意外地发现这里有个“火箭小组”正在研究、制造火箭。同年秋天，阿诺德将军特请科学家冯·卡门和校

长米立肯前往华府，参加美国科学院所属的空军研究委员会召开的重要会议。

会议提出希望发明一种火箭，能够助推重型轰炸机，使它能在很短的跑道上或从航空母舰上迅速起飞，并拨款作为研究的启动经费。当时还传言纳粹德国正在发展火箭，而且已入侵了捷克，美军因此感到特别紧迫，对研制火箭十分关注。

当冯·卡门被迫真的要直接为美国从事军火开发时，不知怎的，他犹豫良久，但是面对德意日法西斯的侵略暴行，又感到要为正义而斗争。于是，他回到学校找到了马林纳、钱学森等人共同商议。最后，大家决定接受这个名为"JATO"的任务。

1939—1940年，钱学森在加州理工学院读博士时，就结识了他的师兄马林纳(Frank Malina)等业余"火箭研究小组"的三个年轻朋友，他们在冯·卡门的支持下，借用学校的航空实验室，想搞一枚探空火箭，幻想能乘上它飞向太空，探测宇宙射线和气象信息或去月球上旅行。人们都讥笑这些"火箭迷"在演绎一部科幻小说。

火箭研究小组活动初期，没有经费支持，全靠这几个"火箭迷"自己掏腰包，或在学校实验室里打工挣点钱，然后去工厂的废料库、垃圾场等处，挑拣些可能有用的五金材料，回来敲敲打打，制造火箭模型。在他们开始研究火箭的固体推进剂时，爆炸试验屡屡失败，毁坏了学校的实验设备，生命安全也难保，被人们戏称为"自杀俱乐部"。冯·卡门只好把他们赶到校外一个偏远的山谷——阿洛约·塞科(Arroyo Seco)。几十年后，这个偏僻荒凉的山谷发展成为美国宇航局著名的喷气推进实验中心的所在地。

当时，钱学森为什么很快被邀请参加火箭研究小组呢？他晚年时曾这样回忆说："马林纳这个人很聪明，小组的其他几个人动手能力也很强，但他们在理论上不怎么行，于是找到我，要我帮助他们解决一些理论和计算问题。就这样，我参加了火箭小组的工作。"

钱学森原本对火箭的制造与发射就十分有兴趣，也意识到火箭技术的军事意义，因而，对有关火箭的资料早有搜集、研究、分析。二战爆发后，美国大力支援英国抗击希特勒，并积极以军用物资和空军力量等支援中国的抗日战争。同时，下令对日禁运飞机燃料、钢铁等物资。所以，钱学森感到在美国研究喷气式飞机和火箭技术，或许可以间接地报效祖国，抗击日寇。他的博士论文题目是:《探空火箭(特别是有关连续脉冲式推进的)飞行分

析》，最后一部分就是探讨和论证，采用连续脉冲逐次推进的方法发射火箭的设计方案与计算，从理论上证明火箭的飞行高度可以达到10万英尺。

火箭研究小组在冯·卡门的支持下，除马林纳、钱学森两位航空博士和威因鲍姆(S. Weinbaum)这位化学家以外，还有自学成才的化学家帕森(John Parson)和机械师福尔曼(Edward Forman)，大家各尽所能，齐心协力，先做成一只8英寸长的小火箭，吊在实验室的屋顶上，反复设计，不断实验一理论一实验，修正错误，吸取经验，严格计算，再到山谷里去进行规模稍大的试验。因为是全新的课题，无论在理论上还是技术上都遇到了一些难以克服的"拦路虎"。

钱学森面对这些"拦路虎"，吸取了冯·卡门和马林纳等人的一些成果和经验，进行了深入的思考、研究与计算，终于提出了降伏"拦路虎"的独到的新见解，完成一份科研报告，从报告的标题上，其主要内容可见一斑，这就是：《喷嘴发散角度对火箭推力的影响；火箭发动机的理想周期；理想效率与理想推力；考虑分子解离效应的燃烧室温度计算》。

这份报告还具体描绘出一个燃烧室和废气喷嘴大小都固定的理想火箭的理论模型。其中强调火箭尾端喷出的火焰周径要小，才能在太空中集中推力，不致失控。不久，这篇报告，收入到被火箭迷视为"圣经"的一本汇集里，成为他们研究火箭理论和计算的重要基础。在科学的火箭理论和计算方法的指导下，1941年8月的火箭试飞取得了成功。"JATO"终于诞生了！有了这种火箭助推起飞装置，飞机的跑道就可以大大缩短，飞机起飞的速度也大大提高了。

当火箭随着一声巨响带着耀眼的火光插入云霄时，他们仿佛是在一场殊死的战斗之后，终于获得了大胜。大家振臂欢呼，欣喜若狂。钱学森在这全部研究、设计过程中，发挥了极为重要的作用，为实现"JATO"做出了重大贡献。"JATO"这种火箭起飞助推器很快就在二战时的美国空军中得到了应用。

而火箭迷之间真诚的友谊、和谐的氛围、共同的情趣和观点，是他们能够不畏艰险、团结奋战、走向成功的关键。钱学森喜欢和马林纳等火箭迷在一起，除了因为大家都对发明、制造火箭特别着迷，还因为大家对二战都十分关心，对敌我、是非的看法往往一致。特别是他们几位外国朋友都同情中国人民的抗日战争，对日本帝国主义疯狂侵华的暴行和野蛮的法西斯主义行径愤恨不已。这使得钱学森有一种他乡遇故知的感觉。大家在一起，干起活儿来互相支持，心情特别舒畅。

温文尔雅的钱学森还有一个特别的兴趣,就是酷爱音乐。业余时间他常喜欢去听音乐会。正巧,火箭迷们也有同样的爱好和情趣。每一有空闲,他们就一起去听交响音乐会,或是到威因鲍姆家自己开小型音乐会,常常是马林纳拉小提琴,威因鲍姆弹奏钢琴,钱学森吹吹笛子、弹弹吉他,共同演奏他们喜爱的巴赫、贝多芬、莫扎特、勃拉姆斯等人的名曲。配合默契,和谐动听,仿佛进入一个神圣而崇高的艺术殿堂,科学与艺术结缘,让思维自由地翱翔在广阔的太空。

没有冯·卡门的指导和鼓励,也不可能有促成美国早期火箭腾空出世的成就。冯·卡门每周主持一次研究讨论会(Research Conference)和一次学术研讨会(Seminar),各人报告自己的研究成果,提出问题和新的见解。大家各抒己见,民主讨论,有错就改,集思广益,最后,冯·卡门集中总结,肯定成就,指出问题症结所在,明确日后需要研究的任务,不断推动他们攀登新的高峰。许多棘手的难题,因此迎刃而解,与此同时,也锻炼和培养了钱学森民主的学风和汲取集体智慧进行创造性思维的习惯和能力,而且受益终身。

1.7 风云巧际会 研制新火箭

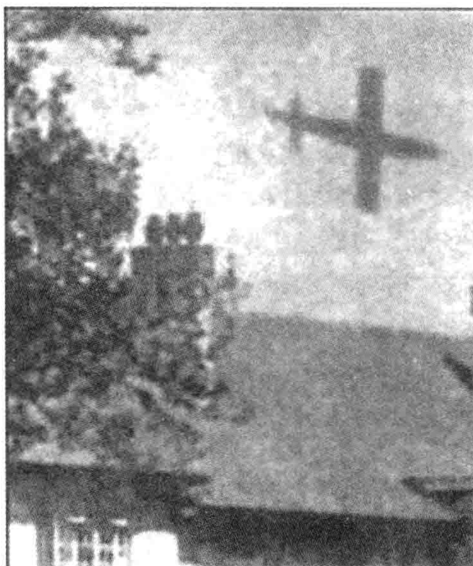
1940 年 7 月,英国由于得到美国的支持,增强了抗击德寇的能力,美国与德国敌对的形势随之构成。希特勒决定在 1941 年 5 月大举进攻苏联,先侵占苏联的欧洲部分,以此向美国和英国显示其军力的强大,并扬言只需几个星期就能击败红军。1941—1942 年,德军兵分三路,突然包围了斯大林格勒(今伏尔加格勒),兵临城下,将至濠边,直逼莫斯科,苏联岌岌可危。

此时,德意法西斯又竭力勾结日本攻打美国,借以牵制美国的兵力,使之无暇顾及欧洲战事。日本好战的东条英机上台以后,觉得时机已到,迅速向中国大陆、东南亚以至太平洋扩张。罗斯福本想通过与日谈判,求得远东局势的暂时稳定,但又绝对不愿由此而牺牲中国,因此,谈判十分艰苦。

不料,日本内阁竟然耍两面派,就在日本特使正在与美国谈判之际,1941 年 12 月 7 日,日本航空母舰突然在海上掉转航向,偷袭美国海军基地珍珠港,不到几个小时,就击沉、击伤了美国军舰 19 艘,击毁美国飞机 220 多架。消息传来,犹如晴天霹雳,罗斯福为之震怒,世界为之大震。珍珠港事件发生 4 天之后,德国和意大利向美国公开宣战。自此,美国正式与中

国、英国、苏联结成联盟，参加盟军作战，第二次世界大战在欧亚两大洲烽火相连，全面展开。

1942年上半年，日本帝国主义虎视眈眈，得意更猖狂，除继续霸占中国大陆以外，还乘势侵占了香港地区、泰国、缅甸、马来西亚、新加坡、菲律宾，以及太平洋上的一些岛屿。罗斯福、丘吉尔和蒋介石在开罗紧急磋商，随后，美国派出史迪威将军协助中国抗战，帮助培训空军驾驶员、派出陈纳德将军领导的“飞虎队”并运送大批物资和武器支援中国，希望依靠中国遏制日本的军事扩张，以便使美国能够把主要力量用于联合英国对付希特勒，首先争取欧洲战场上的军事胜利。



德国的V-1火箭，V-1火箭长26英尺(7.90米)，采用中单翼，装有一台简单的脉冲喷气发动机；采用斜轨发射，装有一个预定制导装置，由此装置控制导弹大致按指定方向飞行

珍珠港事件后，中美英苏结成同盟，共同进行反法西斯战争，拉近了美国和中国的距离，这使得时刻关心祖国安危和世界局势的钱学森感受到中美之间同仇敌忾的盟友关系。而美国在全国危机总动员、紧急扩军备战、大批军队开赴前线的气氛中，也越发感到掌握军事尖端科技的人才，才是克敌制胜最锐利的武器，是世上最难得的珍宝。他们此时太需要这位科学天才——钱学森的智慧了。

风云巧际会。1942年12月，在冯·卡门的推荐下，钱学森通过安全考核，被批准可以参加海陆空三军、国防部、科学研究发展局等的一切军事机密工作。幸好，冯·卡门和马林纳等在1941年就创办了一个航空喷气通用公司，钱学森(不入公司的股份)兼任顾问，侧重理论与技术的研究、创新与开发工作。随后，他们就接到美国空军、作战部、兵工局等一些单位有关军用装备的订货合同，首先要求尽快完成一批飞机起飞需要的喷气助推火箭。

同时，还要为军方尽快培养出一批适应组织、设计新式武器需要的现役空军和海军军官。钱学森在加州理工学院除协助或代替冯·卡门教授，为

航空系的一些研究生讲课外，还为这些军官开设工程数学原理和喷气推进原理等课程。钱学森学识渊博，理工基础扎实，他可以一天连续讲好几门不同学科的课程，并且要求学生十分严格。有时，钱学森宁愿不辞辛劳，义务为他们课外开设最新的专题讲座。后来，这些军官陆续成为部队的骨干。无论走到哪里，他们永远难忘这位来自中国的“天才”——钱学森超群的智慧和威严的神态。

在培训美国军官研究生的第二年，钱学森组织编辑了内容丰富的教材《喷气推进》，成为美国第一部全面系统论述喷气推进的基本原理和火箭性能与科技的专著。此后，十几年间，这本巨著一直成为美国研究生和军队工程师必读的教材和参考书，并被奉为权威性著作。

1942年下半年，中国的抗日烽火燃遍大地，日本鬼子在中国的战场上屡遭打击，陷入泥潭。接着，日本在中途岛等战役中失利，自此，失去了在亚洲战场上的主动。在欧洲战场上，苏联军队在斯大林指挥下，为保卫斯大林格勒，与德军进行艰苦卓绝的斗争，终于在1943年冬季，德国军队供应逐渐接济不上时，苏军从南北钳形夹击，一举歼灭德军25万，取得了最终的胜利。

接着，苏联红军兵分三路，继续挺进，追击德寇。美英联军1942年冬在北非登陆，1943年7月又在西西里登陆，墨索里尼垮台，意大利于9月8日投降。希特勒见势不妙，决心使用“神奇武器”——V-1和V-2火箭，企图决一死战。

1944年9月，英国伦敦不断遭受德国V-2火箭的袭击。罗斯福虽事先有所耳闻，但没想到势态发展得如此迅速，大有猝不及防之感。美国军方急如星火，立刻找到冯·卡门、马林纳和钱学森，希望在美国尽快制造出新式火箭以应对德国法西斯。

冯·卡门他们几位专家研究以后认为，美国当时的技术水平和实验条件比较差，必须首先斥巨资建立一个新的、大型的喷气推进实验室（Jet Propulsion Laboratory）简称“JPL”，以便设计出射程超过100英里以上的火箭。后来美国军方投入300多万美元，鼓励火箭小组不仅进行火箭研究，而且负责实际制造出可以控制的导弹。

钱学森担任JPL实验室研究分析组组长，与史都华、林家翘、钱伟长、郭永怀等十多位中外科学家一起群策群力，设计制造出美国最初的火箭和导弹：探空火箭“女兵”和原始型导弹“下士”，并由JPL实验室组织在塞科

山谷发射试验成功，成为美国最早成功发射的火箭和导弹，钱学森在其中起了关键性作用。

有了这些研制火箭和导弹的科学技术基础，美国射程更远、威力更大的火箭和导弹迅速发展起来，给了希特勒以有力的还击，使英国及欧洲战场有了转机。从此，也开创了美国航天事业的新时代。

1944 年 6 月，美英联军在法国北部诺曼底登陆，支援法国。法国人奋起抗击德军，8 月，收复巴黎。随后，美英法联军共同把希特勒赶出法国和比利时，乘胜向德国挺进。

1.8 赴欧索机密　迈向新高度



1945 年 4—5 月间，钱学森随冯·卡门赴德国讯问冯·卡门的老师——著名空气动力学家普朗特。(钱学森〈中〉与冯·卡门〈右〉和普朗特〈左〉会见时的合影)

欧洲战场胜利在望，罗斯福总统和美国国防部阿诺德将军接受世界大战的经验教训，把目光投向未来的军队建设。1944 年 9 月，阿诺德在纽约机场边上的一辆黑色轿车里，邀请冯·卡门秘密商谈未来 20～50 年，美国空军和导弹发展的远景规划，希望冯·卡门遴选几位科学家精英，到国防部五角大楼里来，进行最机密的长远规划。

冯·卡门从 1944 年 10 月开始，担任美国空军的科学咨询团团长，(并被授予少将军衔)，随后便提名他的得力助手钱学森成为顾问团的成员(被授予上校军衔)。钱学森作为团里唯一的外国人，佩带可以参加最高军事机

密的金色证章，经常出入兼容陆海空三军的国防部五角大楼。

在1945年春天，欧洲战事发展很快。盟军通过比利时从西面向德国逼近，苏军挥师从东面长驱直入德国，包围希特勒的老巢——柏林，苏、美、英、法会师易北河上。罗斯福一向十分重视科学技术特别是掌握军事科学技术的人才，眼见欧战大局已定，便与阿诺德等将军商议，速派专家随军前往英、法尤其是德国的军工重地探赜索隐。阿诺德立刻找到冯·卡门、钱学森，派他们几位科学家去讯问德国军事科学家所掌握的最新军事科技机密，搜缴德国最新装备与导弹武器等方面的重要军事物资和资料。同时，争取人才。

1945年4月底，钱学森作为科学咨询团的专家顾问，穿上军装与冯·卡门一起，登上C-54型飞机，随军前往欧洲。飞机着陆后，在这硝烟尚未散尽，战场尚未打扫的残垣废墟上，正传递着"希特勒自杀了！"的消息，人心大快，法西斯德国最终战败。

钱学森参与讯问的第一位德国的火箭专家，就是著名的冯·布劳恩(Wernher von Braun)，他是德国V-1、V-2火箭研究发展中心的主持人。他表示愿意归依美国。钱学森让他写一份报告，如实汇报他从事火箭研究的具体情况和发展预测。冯·布劳恩随后写出的《德国液态燃料火箭发展及其未来展望概论》，受到美国军方的重视。

钱学森还参与讯问德国著名的气体动力学家赫尔曼(Rudolph Hermann)，他当时是V-1、V-2火箭研制、发射理论的负责人，也是一位设计超声速风洞小组的领导人。钱学森在讯问和考察的过程中，惊奇地发现，赫尔曼设计火箭所采用的关键理论和技术，竟然是应用了自己两年前发表的一篇论文：《超声速气流中锥形体的压力分布》(*Pressure Distribution on a Cone in Supersonic Flow*)。对此，赫尔曼也供认不讳。原来德国最早的V-1、V-2火箭理论竟来自钱学森的智慧，他怎能不震惊！科学无国界，但是，科学技术又是一把双刃剑。

最令冯·卡门和钱学森感到惊异和愕然的是，当他们乘坐军用吉普车，来到布隆施维市(Braunschweig)远郊茂密的松树林里时，意外地发现了50多幢红色二层小楼，屋顶上长满浓郁的绿树，附近还有一个灰色的小飞机场，十分隐蔽。其中有高速风洞、军备实验室和工厂等。原来，这里就是纳粹头子戈林(Hermann Göring，1893—1946)直接领导的机密的气体动力学研究所，有研究导弹和飞机发动机的成套仪器设备。战时，曾有1 000多人在这里忙着干活儿。美军还用仪器探测到德国人在战败前，装在金属盒内、

埋在密林深处的数千件机密文件。这使钱学森对德国火箭与炸药的研制情况，能够了如指掌。

冯·卡门还带着钱学森去到他曾经工作过的哥丁根大学。在接受讯问的各研究部门的领导人之中，冯·卡门一眼就发现了他的老师——普朗特，10年不见，老师的头发已经灰白，显得有些苍老。钱学森对这位近代流体力学的奠基人普朗特的科学成就也曾非常熟悉，并从中受到过不少启迪。而当时，虽然普朗特对纳粹的行为也有不满，但他的科学理论与实验，毕竟为纳粹德国效了力。德国战败了，他也不得不接受美军代表、他的学生冯·卡门及冯·卡门的学生钱学森的讯问。

老中青师生三代人坐在一起，真是难得的巧遇，仿佛是上演一幕故意编造的历史剧。然而，这不是一次愉快的久别重逢，战争已把深厚的师生情谊笼上了阴影。普朗特心中不免有些悲凉，面对现实，他无奈地表示，今后可以为美国做些科学研究工作。

当欧洲战争正式结束，钱学森随空军科学咨讯团返回美国时，他透过飞机的舷窗，望着下面渐渐远去的欧洲大陆，心中久久不能平静。眼前总是浮现出尸横遍野、断壁残垣、集中营的灰烬、衣衫褴褛的饥民……他痛恨，德意日发动的法西斯战争，切齿拊心；他思念，被战火隔绝多年又音信皆无的英妹(蒋英)，不知她避战乱，从德国逃向何方？他惦记，家乡的老父亲和亲友们在抗战中是否平安？他盼望，中国的抗日战争尽快取得最后的胜利，国家再振兴，亲人再团聚，世界永远和平……

钱学森这次随冯·卡门的空军科学咨询团执行任务过程中的所见所闻以及搜集的大量资料和实物，开阔了自己的眼界和思路，证实了阿诺德将军的设想：美国需要一个空军现代化的长远规划。

为此，钱学森回到美国后，有机会走访了美国国家及各地的有关机构、研究中心和实验室，从而对美国航空事业的发展现状与潜力，有了比较全面的了解。随后，以冯·卡门为首的科学咨询团为美国陆军航空兵完成了远景规划报告，题为《迈向新高度》(*Toward New Horizon*)，共有九卷。

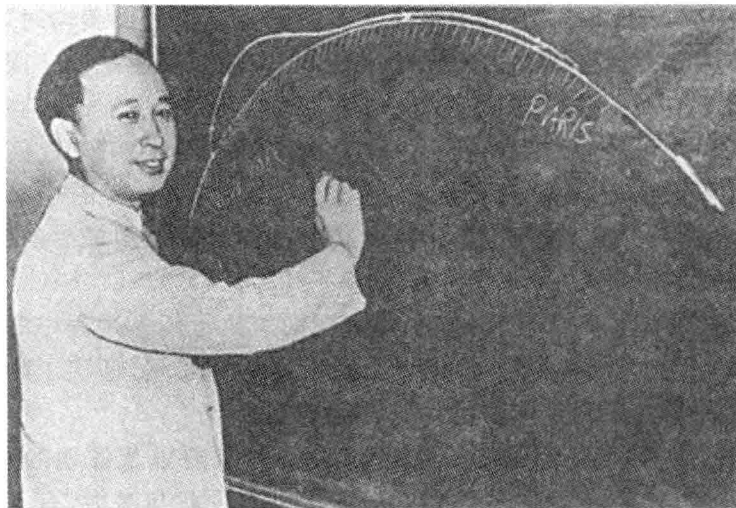
钱学森作为科学咨询团的核心成员，他总结了欧洲各国特别是德国的研究成果与经验，结合美国的研究与现状，为报告提出了战略性发展的独创见解和切实可行的技术路线，他在《迈向新高度》的第三、四、六、七、八卷和技术情报附录中，翔实地论述了有关高速空气动力学的发展，其中包括脉冲式喷气发动机、冲压式喷气发动机、固态与液态燃料火箭、超声速箭形翼导

弹以及核能作为飞行动力的可能性等诸多方面的研究成果、概况、存在问题和发展前景。这五大卷和附录构成了这份报告的主要内容。

《迈向新高度》为第二次世界大战后，美国代替德国在航空、航天科技上的领先地位奠定了重要的理论基础，使得美国的航空、航天事业在20世纪下半叶得到了飞快的发展，成为世界第一军事强国。

美国军方深深感到了这位智慧超凡的中国科学家钱学森，对于美国绝对是不可或缺的瑰宝。美国空军高度赞扬钱学森对第二次世界大战的胜利做出了“无法估量的贡献”，钱学森获得了美国空军司令阿诺德将军的“通令嘉奖”。

而钱学森通过这段战争时期的工作，不仅激发了他过人的才智，也由此站到了世界航空、航天科学技术的最前沿，成为当时世界上著名的空气动力学家，并且掌握了从整个世界及全国的战略高度，规划科学技术发展与应用前景的理念和思维方法。这一切，都为他日后报效祖国打下了良好的基础。



20世纪40年代末，钱学森在加州理工学院给研究生讲授关于远程商用火箭做洲际飞行问题

1.9 核能力无穷 利用为和平

1945年6月，就在钱学森从欧洲飞回美国不久，在亚洲战场上，中国的抗日战争进入了大反攻的阶段，苏联红军的力量也转向了东方，美军与日军

开战后，已对日本本土进行了轰炸，并收复了菲律宾等一些国家和太平洋上的几个岛屿。然而，为占领距离日本最近的冲绳岛，美军牺牲了 1 万多人，其中大多死于日本“神风”特攻队飞机的自杀式袭击。估计如果攻占日本本土，迫其放下武器，美国恐怕还需投入 500 万兵力，做出相当巨大的牺牲！怎么办？

7 月 26 日，杜鲁门、丘吉尔、蒋介石、斯大林联合发布了《波茨坦公告》，要求日本立即无条件投降，放弃所有海外侵占的领地。但是，日本拒绝接受《公告》，继续顽抗。1945 年 8 月 6 日凌晨，美国向日本广岛，投下了第一颗原子弹，三天之后，日本仍不准备投降，美国又将另一颗原子弹投入了长崎；8 月 8 日，苏联也向日本宣战，军队开进中国东北，配合我抗日联军把日本关东军赶出中国。8 月 15 日，日本终于被迫宣布无条件投降。

由此，迅速结束了太平洋战争，结束了日本帝国主义对中国长达 14 年(1931—1945)的侵略、烧杀、奴役与掠夺。第二次世界大战遂全面结束。罗斯福总统曾满怀感激之情地说：“中国人民多年来英勇抗击日本侵略军，钳制了日军的行动，也付出了巨大牺牲，这是对美国也是对世界反法西斯战争胜利做出的重大贡献。”

中国抗日战争胜利了！日本法西斯无条件投降了！身在异国的钱学森激动得热泪盈眶，在第二次世界大战中，中国人民前赴后继，血流千里换来的胜利，来之不易，要永远记取。同时，在第二次世界大战中，美国和苏联对中国进行了多方援助，为中国抗日战争的胜利付出了相当大的牺牲和代价，他也因此心存感激。

钱学森很早就开始了对核能的研究，两颗原子弹的爆炸，令他深思。他预感到核武器和洲际导弹继续发展下去的危险，但又觉得它对于尽快结束第二次世界大战、实现世界持久和平发挥了作用。他梦想：能由我们中国人，在自己的黄土地上，竖立起战略核武器，捍卫世界和平，那将是何等的威武、何等的惊天动地啊！

钱学森对核物理日益兴趣盎然。他预见到利用核能发展航空航天事业以及和平利用核能的无限远景。1946 年，他的论文《原子能》(*Atomic Energy*)，发表在美国的《航空科学期刊》上，文章对爱因斯坦提出的质能关系、原子结构、核分裂等诸多方面的理论，提出了自己独到而清晰的理解，并给出了在航空航天上应用核能和进行工程设计的物理原则与量化信息。

这个时期，他还撰写了一系列有关制造核能火箭的讲稿，陆续在麻省理

工学院发表并演讲，他也指出，用核能燃料助推火箭，最大的困难是燃烧室会产生极高的温度，会顿时把它烧得灰飞烟灭。怎么解决呢？他设想了很多破解这一难题的方法。这些文章和演讲扣人心弦，曾引起学生和广大听众极大的兴趣，几十年后，他们还记忆犹新。他的智慧、他的思考已大大超前，1947 年，他在麻省理工学院的学术研讨会上，详细阐述了核能在喷气推进系统方面的具体应用。

鉴于钱学森卓越的才华和深厚的科学技术理论基础与杰出的成就，1947 年初，麻省理工学院决定破格提升他为终身正教授。恭请冯·卡门教授写推荐信。冯·卡门写道：

“钱博士在应用数学和数学物理解决气体动力学与结构弹性方面的难题，绝对是同辈中的佼佼者……他人格成熟，堪当正教授之责，也是一位组织能力极强的好老师。他对知识和道德的忠诚，使他能全心奉献于科学……”

此后，麻省理工学院的学生慕名而来，大家为能听到冯·卡门最得意的门生、36 岁的钱学森教授的讲课而引以为荣，兴奋至极。钱学森讲课内容丰富，严谨而且具有个人的创见。有的学生回忆说：“他的课程在我就业的前十年，发挥了无与伦比的作用。”

1.10 祖国要富强 科技是关键

1947 年暑假，二战硝烟逐渐消散，钱学森回国探亲。阔别祖国 12 年的钱学森在探亲期间，专程拜访了他的母校——交通大学、故乡杭州的浙江大学和古都北京的清华大学，并且应邀向师生做了题为《工程与工程科学》的讲演。



1947 年，在上海完婚后的钱学森将返回美国，蒋英去机场送行

他以自己在第二次世界大战中所见、所闻、所经历的一切，向祖国人民汇报了他 12 年来在美国学习、研究、工作的收获和体会，主要是讲述美国由于罗斯福总

统等国家和军队的领导人，十分重视发展先进的科学技术，尊重科学技术人才，注重科学技术的教育与培养，从而经过十几年的艰苦奋斗和第二次世界大战炼狱的洗礼，美国的科技、经济、军事迅速发展起来，有可能成为世界上最强的国家。

他据此说明，"既然工业是国家富强的基础，技术和科学研究就是国家富强的关键。"他还强调，第二次世界大战中世界各国胜败兴衰的事实，使人们更清楚地认识到，"如同长期以来的农业、金融政策或者外交关系一样，技术与科学研究现已成为国家的事情"，"虽然在早期，技术与科学研究是以未加计划的、个体的方式进行的，可是到了今天，在任何主要国家这种研究都是受到认真调控的。"

他还以原子弹和雷达技术的发展在第二次世界大战中的重要作用及其对国家社会的影响为例，说明科学理论必须联系工程实际，而工程实际的需要又将推动科学理论发展的关系。他指出："纯科学上的事实与工业应用间的距离现在很短了。……为了使工业得到有成效的发展，他们(纯科学家和工程师)间的密切合作是不可少的"，从而强调发展技术科学的重要性等等。

钱学森的每一言、每一行都饱含着拳拳报国的热忱。他此次回国，多么希望立即就把自己所掌握的一切尖端科学技术都奉献给亲爱的祖国，让自己的国家尽快摆脱贫困，富强起来。可惜，抗战胜利后，国民党政府和过去一样，仍是那么腐败无能，不重视科学技术，不重视发展工业，不重视建设国防。蒋介石只顾打内战，处处民不聊生，人心惶惶，一片混乱。

钱学森面对现实，在迷惘中痛苦地思索，仿佛预感到毛泽东、共产党有可能成为中国的希望。于是，他决定暂且返回加州，利用美国先进的科研条件与实验设备，继续研究、发展航空航天科学技术，等待祖国需要时，再带着全部科学研究成果，立即回国报效终生。

钱学森此次回国探亲时，正值地中海的水雷也已排除，可以通航，蒋英在欧洲学习音乐艺术结束后，刚刚回到祖国，就在上海兰心大剧院举办了首场独唱音乐会，歌声与风采惊动了上海各界，赢得鲜花满台，秀丽的照片和赞美的评论在各大报刊上连续刊载。蒋英的父亲、军事理论家蒋百里和钱学森的父亲、教育家钱均夫是同窗挚友，又都是留日回国的爱国志士。所以，钱学森与蒋英自幼相识，青梅竹马，被战火隔绝 12 年后，一见如故。不久，他们就在上海举行了婚礼。

一位是 20 世纪 40 年代世界上最年轻的大科学家，一位是中国最早绽

开在欧洲乐坛里的艺术之花，他俩相依相爱，十分幸福。他们美满的结合，使得彼此的智慧之光闪出了异彩。真是科学艺术传合璧，云天万里渡双星。直到钱学森94岁高龄时，还深有体会地说："一个有科学创新能力的人不但要有科学知识，还要有文化艺术修养。没有这些是不行的。"[①]

1.11 JPL担主任 月球可登临

1947—1948年，钱学森回到美国，仍在麻省理工学院航空工程系担任教学工作，讲授空气动力学、火箭学，还组织领导有关结构与稳定性等的讨论课程。1948年1月，他在纽约举行的学术会议上，提出一篇有关火箭试射的论文，随后，他与研究生或同事联名发表了几篇论文予以阐述，发表在有关刊物上。

与此同时，他继续在美国空军科学咨询团（此时改为美国空军科学委员会）的航空小组工作，为美国空军指挥官及时提供最新的科学发展信息和建议。他还是空军科学委员会中负责规划美国第一架超声速飞机实现与应用的主要成员。也由此，他常与冯·卡门一起到美国各大空军基地去视察，了解和解决空军发展中的问题。

冯·卡门既是一位才华横溢的科学家，也是一位聪明绝顶的工程师，他极善于从战争和建设的实际当中，迅速抓出需要解决的关键问题，又极善于提出新的理论，创造性地解决实际工作中的难题。因而，他一直倍受罗斯福总统和美国军方的信任与重用。

钱学森作为冯·卡门最得意的助手，从老师多年的言传身教中，也已把这一理论联系实际、又从实际中提炼新理论的方法学到了手。作为工程技术人员，他所研究的问题，都是实际中迫切需要解决的。作为科学家和教授，他坚持基础科学理论的重要指导作用，但也十分注意汲取丰富的经验知识，发展和完善技术科学，使得理论真正能够更好地与实际结合。

1948年夏，实力雄厚的古根海姆基金会在加州理工学院和普林斯顿大学各成立了一个喷气推进中心。这两个中心竟不约而同地都积极邀请钱学森担任他们的主任。加州理工学院新任校长杜布里奇亲自写信，热情欢迎钱学森回到帕沙迪那（Pasadena）来。1948年10月，钱学森接受了他的

① 参见2005年7月31日《人民日报》。

邀请。

1949 年初夏，冯·卡门和钱学森一同返回加州后，古根海姆基金会任命钱学森为加州理工学院喷气推进中心（JPL）主任，并授予他以美国火箭研究的先驱戈达德（R. H. Goddard，1882—1945）的名字命名的讲座教授荣誉称号。钱学森和夫人蒋英、不满周岁的儿子永刚在帕沙迪那一幢幽静的住房里安了家以后，立即投入紧张的组织与计划工作，设法使中心在秋季刚一开学，就运作起来。

古根海姆喷气推进中心的主要任务有三：

任务之一是研究喷气推进的新理论、新技术，为战后美国空军实力的发展提供切实可行的科学理论和技术措施，成为美国最早研究航空航天事业的基地。为此，钱学森组织领导了超声速风洞的设计与建设，并成功地研发出以液态燃料推进的地对地大型导弹和以固态燃料推进的实验导弹等。这时，他还继续兼任喷射工程公司的顾问，承包美国海、陆、空三军兵工部门机密的航空航天研究与开发的计划。



1949 年初夏，钱学森出任 JPL 主任。图为钱学森与蒋英前往加州理工学院途中留影 （郭永怀摄）

任务之二是培训青年，为尽快将美国的航空航天技术推向新阶段，培养一批年轻的科学家、工程师。当时的学生绝大多数都来自军队，钱学森 1943 年组织编写的《喷气推进》教程，仍是新教学计划的基础课程。但是，对于培养博士生的要求，还需要更为广泛而高深的教学内容和研究方向。

为此，钱学森明智地决定：喷气推进中心接受攻读航空、机械工程或应用力学学位的学生，为他们提供教学与科研指导。但最后学位的授予，由他们各自原注册的系、科负责。同时，古根海姆基金会还向研究生提供奖学金，不论他们原属于哪个注册的系科。至于谁可以获得这份奖学金，则由戈达德名誉讲座教授钱学森来挑选、决定。

由于钱学森的坚持，中心开设的学科对象，主要是航空工程和机械工程之间的交叉学科。课程全面覆盖喷气推进系统的基本原理和飞行器的性能；研究的课题，则大多围绕喷气推进、飞行器研究的前沿课题，如热应力和高温材料……等。经过中心培养的许多人，后来大都成为美国航空航天技术研究单位或军事部门的领导骨干，有的成为国防部的首长，有的成为海、空军司令或副司令，工业或学术界的优秀研究人员。他们至今还时常记忆起这位极富创新精神的天才的空气动力学家，他们最尊敬的老师——钱学森。

任务之三是促进喷气推进技术在和平时期的商业需要和科学研究方面的应用。1949 年 12 月，钱学森在纽约召开的美国火箭学会的会议上，提出了实现洲际高速客机的蓝图，他说，将来可以设计出一种飞机，它的形状像一只削尖的铅笔，长约 80 英尺，直径约 9 英尺，自纽约垂直起飞后，到达洛杉矶的飞行时间将不到 1 小时。话音刚落，顿时引起了全场的轰动，《大众科学》、《飞行》、《纽约时报》、《时代》杂志等美国各大报刊，纷纷报导了钱学森对火箭客机的设想与期待。

后来，钱学森还做了更大胆的科学预测：他说，“在 30 年内，人类将可以登上月球，而这趟月球之旅，可以在一个星期内完成！”这一回，有的人感到不可思议，觉得他“疯了”！但绝大多数人相信钱学森一定有办法试制出登月火箭，因为他才智超群，确实有制造火箭的本事，他像普朗特、冯·卡门等科学家一样伟大。同时，他还那么年轻，极富潜力。他已成为促进美国尖端科学发展的新希望。

当时，冯·卡门的家庭正遭遇巨大的不幸，他的父亲多年以前去世以后，和他一起同来美国的母亲和妹妹，也先后因病离开了人世。原来是那么快乐、和谐、温馨的小家庭，一下子空寂下来，令这位年近古稀的单身老人难以度日，他的心已破碎，他的梦已随亲人而去。只有他多年培养起来的、他最宠爱的得力助手钱学森，仍令他感到十分欣慰。他看到这个十几年前的雏鹰，现在已经长成，开始展翅飞翔，成为最优秀的火箭专家了。

于是有一天，冯·卡门把钱学森叫到身边，亲切而严肃地对他说：“我的母亲和妹妹走了，我也要走了……我让你接替我的工作。”随后，冯·卡门默默地收拾了行装，到欧洲去筹办国际航空科学理事会，热心于国际科学合作……钱学森对老师突然失去亲人的痛苦深深理解，他怀着沉重的心情，从此走进了古根海姆大楼二层冯·卡门的办公室，担负起他最尊敬的恩师的

事业和一切工作。此后，“普朗特-冯·卡门-钱学森”这一应用力学学派在钱学森的努力和影响下，继续推动技术科学以至整个现代科学技术的发展，开创出新的硕果，保卫和平，造福人类。

1.12 囹圄何所惧 凛然申大义

1949年5月，祖国全面解放的胜利在望，钱学森收到留美中国科学工作者协会负责人之一，芝加哥大学葛庭燧副教授的来信，同时，附转了中共党员香港大学曹日昌教授的信，信中转达即将解放的祖国，召唤他回国服务、领导中华人民共和国航空工业建设之切切深情。

钱学森一直十分关心祖国的前途和命运，每天看报，听广播，注视着国家发展变化的各种信息。当他接到葛、曹二位教授的信以后不久，1949年10月，新中国成立了，他认为时机已到，遂加紧了回国的准备，在此之前，他已先后正式申请要求彻底退出美国空军科学委员会和兼任的美国炮火研究所顾问等职务。

1950年夏，朝鲜战争爆发，中美关系日益紧张，美国掀起了麦卡锡主义反共狂热，威因鲍姆被麦卡锡认为是共产党人而遭拘捕，马林纳见来势不善，匆匆到巴黎从事绘画艺术了。怀疑的乌云终于笼罩在钱学森身上，由于他曾与火箭小组的成员威因鲍姆等人关系密切，又有返回中国大陆的意图，而被指控是美国共产党员，同时，美国军方因此吊销了他的安全许可证。钱学森遂决定以探亲的名义立即要求回国。

但是，当他们一家已购买了加拿大太平洋航空公司的飞机票，托运了行李，准备登机回国的时候，钱学森被美国司法部逮捕，拘留在特米那岛监狱，这使他受到痛苦的折磨，并且伤害了他的尊严，铁窗生活半个月体重减轻了30磅，之后，虽被美国的同事和朋友联名以15 000元美金保释出来，但仍时时受到移民归化局专横的限制和联邦调查局的监视与讯问，直至被连续拘禁、迫害使他痛苦、拮据长达五年之久。

艾森豪威尔总统和美国军方一直不肯放钱学森回国的真正原因是，他们企图使钱学森头脑中所掌握的一切最先进的科学知识逐渐陈旧无用、遗忘殆尽并贫困致死。正如他们的海军次长金波尔所说：“那些对于我们非常重要的东西，他知道的太多了，无论到哪里，他都抵得上五个师！”由此，金波尔还对司法部的人说：“他太有价值了！我宁可把他枪毙了，也不能让他回

去!”在冷战时期,他们反对共产主义,害怕钱学森回到祖国能够用最先进的科学技术帮助新中国迅速强大起来。

1950—1955年,钱学森被美国拘禁、审讯、受到严重迫害和打击期间,他为维护自己的尊严和自由而与之坚决斗争,表现出为国为民威武不屈、赤胆忠心的民族气节和高度的爱国热忱。仅从美国司法部驻洛杉矶移民归化局对钱学森的一次审讯记录中,就可见一斑,当凶狠刁钻的检察官古尔丘(Albert. Del. Guercio)审问钱学森时,他义正词严无所畏惧对答如下①:

丘问:“美国给了你这样优厚的待遇,你为什么还要回中国去?”

钱答:“因为我是中国人,我不愿制造武器屠杀我的同胞。”

丘问:“你认为你应该为谁效忠?”

钱答:“我应该忠于中国人民!”

丘问:“哪些中国人民? 在台湾的还是在大陆的?”

钱答:“四万万五千万全体中国人民!”

……

丘问:“你要带所有资料,关于航空和喷气推进的文字资料回到中国大陆,去干什么?”

钱答:“这是我知识的一部分,它是属于我的。”

丘问:“你打算怎样使用这些知识?”

钱答:“将它放在我心里。”

丘问:“你打算将它用到共产党的中国去吗?”

钱答:“这是我的才能。我有权要给谁就给谁,正好像我要出卖我的财产要给谁就给谁一样!”

钱学森理直气壮因为他想,当时航空航天事业中的许多尖端技术科学是我钱学森发现和开创的知识财富。何况在二战期间,我已经用这些智慧和才能为美国反法西斯战争做出了巨大的贡献!

因此,对钱学森的审问常常使得检察官处于被钱学森审问的尴尬局面。而钱学森面对世界上头号强国的霸权枉法,却是那样光明磊落、大义凛然。

1.13 超越冯·卡门 为国献宏猷

钱学森作为一位天才的科学家,他在与那些检察官进行坚苦卓绝的斗

---

① 参见杨皓译著:《钱学森事件始末记》,群伦出版社,1986年9月版。

争时，还以超人的智慧和毅力，巧妙地避开特务监视的眼睛，在那人间地狱里，默默地继续投入到他已开始的技术科学的研究和教学活动中去，年复一年地把精力集中在两个广阔而艰深的主题上。

第一个主题，关于物理力学。钱学森早在1946年就将稀薄气体的物理、化学和力学特性结合起来研究。他在探索超声速飞机以及喷气推进飞行器的性能和原理的过程中，感到需要知道介质和材料在高速和高温状态下的成分和性能，然而，从现场实验中，很难得到这些数据。如何解决呢？钱学森以他深厚的基础科学功底和多年的实践经验，提出把应用统计力学、光谱学和化学动力学的理论和方法综合起来，去研究气体和液体的平衡性质，以及气体的热辐射性质等问题。

在第二次世界大战中，原子弹的爆炸引出的核反应工程问题，也促进了钱学森的思考，他敏锐地意识到，在火箭技术、核技术等这些重要领域，迫切需要解决处在高温、高压以至超高温、超高压和放射性作用等条件下的介质和材料性质问题。可是，这些数据也很难从现场实验中得到。由此，他考虑到近代物理和化学的发展，对物质在原子核以外的微观结构已有相当的了解，完全可以建立起一门新的技术科学，即“物理力学”。

1953年，钱学森发表了《物理力学——一个工程科学新领域》（*Physical Mechanics—a New Field in Engineering Science*）一文，说明物理力学的目的在于通过对物质的微观分析，把有关物质宏观性质与实验数据加以总结和整理，从而找出规律，得到所需要的数据。而且可以预见到新型材料的宏观性质，为发展新材料、新工艺服务。

此后，钱学森在加州理工学院的教学与研究中，不断丰富、充实与深化其内容，形成厚厚一本《物理力学讲义》，倍受学者的瞩目和同学的欢迎，后来正式出版。物理力学倡导研究复杂性难题，需多学科综合利用，运用宏观与微观相结合的科学思想和方法，得到广泛共识，也由此开辟了一条通过技术科学解决工程技术问题的新途径。

第二个主题，关于工程控制论。第二次世界大战的炮声渐渐远去之后，钱学森就开始思考火箭与导弹的控制与制导问题。1948年，麻省理工学院的数学老教授维纳（N. Wiener，1894—1964）的《控制论》一书问世，原名《控制论：关于在动物或机器中控制和通讯的科学》（*Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*），书中提出建立一门控制论科学。

维纳的《控制论》中论述的信息、反馈、通讯、控制、稳定、系统等概念，强调重视整体综合，开发边缘科学等观点，给钱学森以重要的启发。钱学森凭借自己研制从弹道火箭到可控和制导火箭技术的丰富经验，很快用控制论的原理，解决了一批喷气技术中稳定和制导系统的问题，如火箭喷管的传递函数、远程火箭的自动导航以及火箭发动机燃烧的伺服稳定等问题。

并且他意识到，控制论不仅在火箭技术领域，而且可以推广应用到整个工程技术范围及一切被控制的系统。因此，很有必要用一种统观全局的方法，来充分了解和发挥上述导航技术和控制技术等新技术的潜在力量，以更开阔的眼界，用系统的、整体的方法来观察、研究有关问题，从而为控制论发展揭示出前所未有的前景。

1952年，钱学森发表了《远程火箭飞行器的自动导航》(*Automatic Navigation of a Long Range Rocket Vehicle*)一文。不久，他在加州理工学院开设了一门新课——"工程控制论"，作为一门新的技术科学，虽然内容有些高深，但引起了学生、校方以至出版商的极大兴趣。1954年，他的《工程控制论》(*Engineering Cybernetics*)以英文版，由麦格劳·希尔(McGraw Hill)图书公司在美国出版。

《工程控制论》探讨了在更为复杂的工程中(不包括生物)，实现自动控制与自动调节的理论，以及自动控制与自动调节系统的结构原理。如果说维纳《控制论》的问世，曾引起很多争论与不解，苏联哲学界甚至把控制论贬为"现代机械论"、"伪科学"，那么，钱学森的《工程控制论》先后被译为德、俄、中等多种文本，立即引起了世界各国科学技术界以至哲学界的广泛关注，形成了一股"控制论热"。它已成为工程控制理论的重要奠基石，也为自动化科学技术的发展指明了方向。由此，在世界科学发展史上更为明确地初步形成了技术科学这一重要层次和概念，引起各门科学技术专家、学者的重视。而介于基础科学与工程技术之间的技术科学的发展，使得基础科学理论便于指导工程实践，也使工程实践的经验更易于提炼成科学理论，从而更有利于各门科学技术以至现代科学技术体系的形成与发展。

1950—1955年，在这些为争取回国而艰苦斗争的日子里，钱学森和蒋英日日夜夜期待朝鲜战争胜利的消息，盼望尽快回到祖国的怀抱，他们心急如焚。直到1955年8月周恩来总理接到由陈叔通先生转交的、钱学森表示盼望回国的密信以后，授意王炳南大使通过中美大使级会谈进行交涉和斗争，加之梁思成、潘菽等一大批科学家、民主党派人士以及全国人民齐声呼

吁，致电美国总统，要求释放钱学森等一批中国科学家，声势浩大。据说，当时的美国总统艾森豪威尔这才迫不得已地说了一句："让他回去吧！"1955年8月5日，钱学森一家终于接到美国政府准予回国的通知。

临行前，钱学森和蒋英带着天真可爱的儿子永刚、女儿永真，去向恩师冯·卡门告别，同时将自己的《物理力学讲义》和新出版的《工程控制论》一书奉献给最敬爱的导师。冯·卡门翻阅以后，非常满意地说："你现在学术上已经超过我了！"老人紧紧地拥抱着他一生最赏识、最宠爱的学生——美国火箭技术领域里最伟大的天才、最出色的火箭专家，他眼里噙着泪花，不忍分离。

钱学森的心情也从未有过这样激动，他想："我20年奋斗的目标，现在终于实现了，作为一个中国人，在学术上我终于超过了这么一位世界闻名的大权威，为中国人争了气！"

丹心向祖国，无意海外留。钱学森在美国20年从未考虑加入美国国籍，也从未交纳过一美元的保险金，因为祖国是他的母亲，当他被美国无理扣留了完全属于自己的800多公斤图书和全部科学技术资料以后，不带一张纸、一片云，只带着自己幸福的全家和心爱的吉他，踏上克里夫兰总统号轮船，冲破重重阻力返回祖国。途经马尼拉时，一位菲律宾女记者慕名登船前来访问："尊敬的钱先生，您为什么想回到中国去？"钱学森平静而从容地回答说："我想为仍然贫穷困苦的中国人民服务，我想帮助在战争中被破坏的祖国重建，我相信我能够帮助我的祖国。""我希望中国人民真正能够过上有尊严的幸福生活。"



1955年8月，钱学森一家搭乘海轮归国途中留影

轮船于1955年10月8日到达深圳，当他们踏上祖国的土地望着五星红旗时，海外赤子们含着泪互相紧紧地拥抱在一起，多少心酸事，尽在不言中。不久，他们继续乘坐火车北上，途经杭州时，天还不太亮钱学森就守候在车窗旁拉开窗帘，透过晨曦寻觅着他思念已久的故乡亲人和西

湖美景，列车驶向钱塘江大桥时，他百感交集，轻轻地说了一声："祖国，我回来了！"便禁不住泪如泉涌。

后来他回忆说："我从1935年去美国，1955年回国，在美国呆了20年。20年中，前3、4年是学习，后十几年是工作，所有这一切都在做准备，为了回到祖国后能为人民做点事。"钱学森在美国是勇攀世界科技高峰、不断创新、硕果累累的20年，也是他为报效祖国积蓄科学本领不畏强暴坚忍斗争的20年，在他回国后不久，就向国务院提出《建立我国国防航空工业的意见书》。1956年春，参加制订《科学技术发展远景规划纲要》，并主持完成了《喷气和火箭技术的建立》的规划。

此后，他长期主持领导中国火箭、导弹和航天器的科研攻关和试验工作，呕心沥血地奉献了自己的全部智慧和精力，为发展祖国的航空航天科技和"两弹一星"做出了杰出的贡献，成为中国航天事业的奠基人，被人们誉为"中国航天之父"。

本文曾发表于：
《西安交通大学学报》(社会科学版)2006年第2期
《光明日报》2006年6月7日—8月16日(10集连载)

2　钱学森对祖国建设的科学思考与贡献(1955以后)

2.1　难得的机遇　严峻的挑战

1949年新中国成立了，像初升的太阳，欣欣向荣。钱学森在美国的20年就是要为祖国的强大做点事，现在祖国在召唤，报效祖国的时机已来到，因而心中充满无限希望，准备立即回国。不料因此受到美国政府的无理阻拦与迫害，经过长期坚苦卓绝的斗争，直到1955年当钱学森冲破重重阻力准备回到祖国的时候，面对这难得的机遇，激动不已，彻夜难眠。

但是，远离祖国已多年，对国内情况毕竟不是十分了解，激动之余免不了会想到：新中国的领导人对于如何加强国防建设，是否已胸有甲兵，有了明确的战略方案？也会想到：目前中国仍贫穷落后，百废待兴，工业、科技不发达，自己应该怎样做才能迅速战胜这些挑战，实现强国的梦想？

钱学森在美国的20年有一个深刻的感受，那就是发展高科技需要国家

关注，否则难以创造出显著的科研成果。自从 20 世纪 40—50 年代以来，现代科学技术飞速发展，既高度分化，又高度综合，交叉学科纷纷涌现，各学科相互渗透、相互促进，紧密联系在一起。因此，对于现代高科技的研究实验与有效利用，已不可能完全依靠无计划的个体方式进行，必须要有国家的关注，国家参与组织领导和调控，发挥社会的整体功能，才能获得理想的科技成果。

二战期间由于美国总统罗斯福时刻关注世界科技发展的前沿，重视利用高科技发展先进武器，他尊重知识、尊重人才，曾拨巨款实施“曼哈顿计划”，集结了奥本海默等成千上万的科学家、军事家和工程技术人员联合攻关，不但研制出了原子弹，在反法西斯战争中起了巨大的作用，也促进了本国科学技术的发展，使得美国逐渐成为世界上的军事强国。

新中国的发展将会是怎样的呢？当钱学森踏上祖国的土地以后，许多事情令他感到十分惊奇。1955 年 10 月 8 日钱学森一家和许多海外留学的科学家们乘坐克里夫兰总统号轮船到达香港九龙后过境，刚刚步入深圳时，就见到了受陈毅副总理派遣代表中国科学院来迎接他们的朱兆祥先生，不久钱学森等人来到北京，郭沫若院长为他们举行了欢迎宴会，同时，与中科院各部门的研究人员和首都著名科学家们热情畅叙，使他初步了解到新中国科学研究的进展情况和科学家们愿为建设新中国做出贡献的可贵精神。

随后科学院安排钱学森与钱伟长、郭永怀等共同建立起中国科学院的力学研究所，钱学森任第一任所长。他为现代力学在好几个应用领域的发展提出了建议、制订了颇具前瞻性的研究规划。

当钱学森去东北参观来到哈尔滨军事工程学院时，遇见特地从北京赶来接见他的解放军副总参谋长兼该院院长的陈赓大将，陈赓大将一见面，二话没说，就迫不及待地问钱学森：“中国人搞导弹行不行？”钱学森在美国憋了一肚子气，现在满腔报国情尚未找到充分用武之地，听得此言，便十分激动地说：“行！外国人能搞，中国人为什么不能搞！？中国人又不比外国人矮一截！”陈赓大将一听，便紧紧握住钱学森的手说：“好！就要你这一句话！”

后来钱学森回到北京又受到军委副主席、国务院总理周恩来、国防部长彭德怀元帅以及国防委员会副主席叶剑英元帅等人的接见和鼓励，彭德怀元帅首先明确表示支持钱学森搞导弹，他详细询问了搞导弹需要的人力、物力、时间和技术知识等，这使钱学森深切地感受到中国军队领导人已经看到

了掌握高科技对提高军队战斗力加强国防的重要性，他们迫切需要“两弹一星”，这已是元帅们多年在朝鲜战场上与美军生死较量之后凝结在生命里的心愿。

1956年早春，钱学森被邀请参加全国政治协商会议二届二次全体委员会，席间接到毛泽东主席签署的大红请柬，当晚应邀出席了毛泽东举行的宴会，在众多贵宾面前毛主席热情地招呼钱学森同自己坐在一起，他说：“来，来，学森同志，请到这边坐！”接着就关切地询问起他近来在国内的观感和今后的打算，希望他在国防建设上多做贡献、多培养一些青年科技人才等等。

钱学森越发感到无论是军队还是党和国家的领导人，原来对他过去在美国是干什么的、掌握了哪些科学技术都很清楚，毛泽东主席、周恩来总理千方百计把他从美国要回来的目的也很明确，那就是中国也要搞“两弹一星”！这是他们早已深思熟虑的战略方针，决心很大，坚定不移。

这一切更加增添了钱学森报效祖国的信心和力量。他感到新中国虽然“一穷二白”，科技和工业也十分落后，但是，有国家、军队和共产党的大力支持和领导，发挥社会主义社会的优越性和整体功能，有广大科学技术人员的聪明才智和为国献身的精神，以及有人民群众建设新中国的心愿和热情，就一定有可能在中国发射出“两弹一星”，建设起强大的国防。

2.2 为发展"两弹一星"献规划

1956年2月，在周恩来总理的支持下，钱学森向国务院递交了《建立我国国防航空工业的意见书》。不久他又参加了周恩来亲自领导制订的《1956—1967年科学技术发展远景规划纲要(草案)》，钱学森主持并与王弼、沈元、任新民等合作，共同完成了其中的《喷气和火箭技术的建立》规划，强调喷气和火箭技术是现代国防事业的两个主要方面，他当时还参加整个规划研究的综合组并担任组长，为整个科学规划也提出了许多好的建议，对推动火箭、导弹事业以至我国尖端科学技术的发展起了重要作用。这期间，他作了关于核聚变的学术报告，大家感到很振奋，郭沫若院长当即赋诗一首赠予钱学森：

大火无心云外流，望楼几见月当头，
太平洋上风涛险，西子湖中景色幽，
突破藩篱归故国，参加规划献宏猷，
从兹十二年间事，跨箭相期星际游。

然而，大家完全统一认识还需要有一个过程。1956 年初，除了党、政、军几位最高领导人决心首先重点搞导弹以外，在国家、军队和科学技术界，对于“新中国应该首先重点发展飞机还是导弹”的战略决策上，还是有一些不同看法的。钱学森结合当时国际间军事力量尖锐斗争形势、中国科学技术实力和工业经济现状，以自己在美国和二战的经历，以及自己发展“两弹一星”的科学技术知识和经验，深入浅出地向大家介绍了导弹的原理、结构、材料、制导、飞行安全、研制过程及其特殊的军事价值，同时与首先重点发展飞机进行了一一对比，有理有据。经过多次平等、热烈而民主的讨论之后，说服了那些人放弃了“首先重点发展飞机”的设想，使得在中国“首先重点发展导弹”的战略决策，最终赢得了国家、军队和科学技术界的普遍理解和认同。

同年 3 月周恩来总理亲自主持召开中央军事委员会研究决定由周恩来、聂荣臻、钱学森等筹备组建导弹航空科学研究方面的领导机构——航空工业委员会，4 月中央正式批准成立这个委员会，钱学森被任命为该委员会的委员。经过这些紧锣密鼓的准备以后，发射“两弹一星”的思想和组织平台初步形成。

2.3 银箭透飞云 壮哉我中华

在这初建的平台上，中央决定由国防部第五研究院负责研制导弹，1956 年 10 月钱学森在国防部第五研究院开始主讲“导弹概论”，为新中国培养第一批从事火箭、导弹研制工作的青年科技人才。1957 年 2 月钱学森被任命为五院院长。

随后，钱学森作为航天技术的总领军和中国科学院力学研究所所长，他运用航天系统工程的组织管理方法，建立起总体设计部，带领五院的科技人员与中国科学院、中央部门、高等院校等有关的科研单位和科技队伍通力合作，采取预研一批、研制一批、生产一批的技术路线，联合攻关。

在科研设备十分简陋的条件下，大家齐心协力反复研究、实验，互相切磋琢磨，经过多年的艰苦努力，不断突破了火箭、导弹研制与发展中的高能燃料、超声速风洞、发动机结构、特殊金属材料等等许多重大科学技术难题，为发射“两弹一星”做好了充分准备。这些中国人自主创新的重要科技成果，也为后来中国一系列的火箭、导弹、卫星、飞船等进行高速、远程的腾飞

奠定了坚实的基础。

1958 年 10 月毛泽东主席亲临中国科学院科学成果展览会，再次接见钱学森等人，肯定了他们的科研工作成绩，鼓励他们继续独立自主、自力更生，大胆创新，敢于走前人没有走过的道路。这更加鼓舞了他们的斗志，坚定了他们勇攀科技高峰的信心。

1958 年 5 月钱学森与聂荣臻、黄克诚一起正式部署了我国第一颗近程导弹的研制工作，1960 年 11 月在酒泉发射场，近程导弹飞行试验成功，命中目标，成为我国军事装备史上的重要转折点。1964 年 6 月我国自行设计的第一颗中近程导弹飞行试验又获成功。

1966 年 10 月 27 日凌晨，东方欲晓，在周恩来总理亲自关怀和组织下，钱学森作为“两弹结合”飞行试验的技术总负责人协助聂荣臻元帅，在酒泉发射场直接领导了使用中近程导弹运载原子弹的“两弹结合”发射试验，导弹飞行正常，原子弹在一千公里之外的新疆大漠里，按预定的距离和高度实现核爆炸。当白色的蘑菇云随着火光和巨响骤然在蓝天中腾起时，战士们高兴得纵身跳跃，欢呼声响彻云霄。

这标志着中国从此有了自卫的导弹核武器，一举打破了外国的核垄断，提前实现了中国人的一个梦想。聂荣臻元帅也禁不住紧紧地拥抱着钱学森，两个人激动的泪水流到了一起，聂荣臻说：“今天开创了我国武器装备的新纪元！”没有这一声巨响，中国的崛起将更为艰难，很可能要延后 20 年！

1985 年钱学森因对我国战略导弹技术的突出贡献，作为第一获奖者与屠守锷、姚桐斌、郝复俭、梁思礼、庄逢甘、李绪鄂等七人获全国科技进步特等奖。此前不久，为中国第一颗原子弹、氢弹关键技术原理的突破及武器化做出重大贡献的核物理学家钱三强、邓稼先、王淦昌、彭恒武、朱光亚、陈能宽等多人也受到了国家特殊的奖励。

1994 年英国的迪姆·麦克阿瑟撰文说：“随着世界两极格局向多级格局的转变，世界越来越重视中国战略导弹核武器的发展，之所以如此，其中一个最重要的原因是，中国的战略核潜艇上运载的核导弹及其陆基战略核导弹已经能够打到世界上任何一个目标，中国已成为世界现实格局中举足轻重的一个主要大国。”[①]

早在 1953 年，钱学森就研究了星际航行理论的可行性，1965 年 1 月钱

① 原载：英国《简氏情报评论》，《中国导弹机构》，1994 年 2 月刊。

学森正式向国家提出报告，建议早日制订我国人造地球卫星的研究计划并列入国家任务，报告很快得到中央专门委员会的批准。此后，他为及时解决我国人造地球卫星研制中的许多关键技术问题，奉献了不少心血和智慧，在当时国内社会、经济情况十分困难的情况下，他担负起卫星一火箭一地面三大系统的设计研制、技术协调和组织实施的总领军工作，协助周恩来总理为人造地球卫星研制和发射计划的顺利进行，发挥了无可替代的特殊作用。

1970 年 4 月，在周恩来总理、聂荣臻元帅的组织领导下，钱学森和李福泽、杨国宇、任新民、戚发轫等英勇的航天人一起不畏艰险、克服重重困难，在酒泉卫星发射场成功地把我国第一颗人造地球卫星(173 公斤)射入蓝天，美妙的"东方红"乐曲从卫星里发出，环绕地球，响彻太空，迎来了中国航天时代的黎明。在那几年"文革"动乱、人心惶惶的日子里，这颗星也为中国人民照亮了前程，增添了振兴中华的信心和力量。

此后 30 多年，在党中央、国家、军队的重视与支持下，钱学森一直担任"两弹一星"的技术领导和组织实施工作，他和许许多多同行科学家、工程师、科技精英以及千千万万人民战士一起舍生忘死、自力更生、奋力拼搏、不断创新，继续为成功发射远程运载火箭、液体洲际导弹、核潜艇和潜射导弹、以及各种功能的地球同步卫星等等做出了重大贡献。

至今，神舟飞船、载人航天飞船等已上了天、"嫦娥一号"卫星正在绕月飞行，中国已跻身于世界航天大国的行列，壮大了国防，也促进了高科技的发展，令世人瞩目，钱学森感动了中国，成为我国航天事业重要的奠基人。钱学森晚年时曾愉快地回忆说："当时我们为了祖国的强大，一定要把"两弹一星"搞上去！真是死都不怕！现在想起来，那也是我一生中最兴奋、最幸福的时刻。"

2.4 对中国社会问题的沉思

中国社会主义社会建设与发展的道路坎坷曲折。特别是 1966—1976 年"文化大革命"造成十年动乱，令这些从事科学研究和工程技术出身的爱国科学家们匪夷所思、痛心疾首。当时，勇敢的航天人虽然取得了惊天动地的伟大成就，促进了科技的发展、扬了国威，但是付出的精力实在太大了。

"文革"期间，学生罢课、工厂停工、公(安部)、检(察院)、法(院)被砸烂，许多肩负国家军队重任的领导人，例如国家主席刘少奇、国防部长彭德怀被

打成叛徒、内奸、走资派，被揪斗、监禁。聂荣臻元帅也曾一度被打倒。许多有才华有贡献的高级知识分子和科技专家受到冲击，特别是有些在航空航天这最重要、最尖端、最机密的事业中不可缺失的科学家们被打成“反动学术权威”、“外国特务”等，人身受到攻击以致被迫害致死。

例如，中国动力气象学专家、地球物理研究所所长赵九章，在紧张地研制人造地球卫星的日日夜夜里，竟受坏人诬陷，被逼自杀，含怨九泉；又如，冶金学和航天材料工艺专家、航天材料研究所所长姚桐斌正在办公室工作时，被暴徒罗织罪名用钢管猛击头部，活活打死；钱学森和夫人蒋英也时时面临着被批斗、被打倒的厄运。一时间好似无法无天，关系国家前途的“两弹一星”大业，似已无足轻重，几乎难以为继。

幸好周恩来总理得知后，大为震怒，指示有关部门开列一张有重要贡献的科学家名单，对他们加以保护，必要时可以用武力保护；并在那全国经济几乎崩溃、物资、食品十分紧缺的日子里，指示保证给这些科学家们增加供应一些黄豆、白糖、猪肉等以维持生活。钱学森对周恩来总理非凡的胆识、高尚的品德和卓越的组织才能十分敬佩，他曾动情地回忆说：“‘文革’中我们都是受保护的，没有周总理的保护，恐怕我这个人早就不在人世了。”

钱学森清楚地看到中国拥有了“两弹一星”，争取到祖国和平建设的环境，创造了百年未有的高速发展的新机遇，极为可贵。但是，如果国家和军队治理不好，社会长期动乱、国无宁日；如果从上到下缺少民主与法制，只靠少数人拍拍脑瓜说了算；如果不抓紧实行“科教兴国”的战略方针，闭关自守；那么，中国就仍然难以崛起，甚至有可能从内部迅速垮掉。

面对国际间日益尖锐而激烈的斗争，这是一场令人深思又迫在眉睫的新挑战，为了祖国的强大，这位爱国志士不得不花费很大精力转向关心中国的社会问题、关心哲学社会科学的发展，他越来越感到学习、研究社会科学与学习、研究自然科学同样重要。他说：“‘文化大革命’使我觉悟。感到只是理与工是不够的，不懂得社会科学不行，所以开始下功夫学社会科学，也涉及哲学。”①

就在当时那样混乱的社会政治经济条件下，他不但没有消极后退，反而无怨无悔，怀着满腔爱国情、一生强国梦，一方面在科学技术上继续发展和推进“两弹一星”，在探索太空的神秘旅程中，艰难跋涉奋力前行，一方面深

① 钱学森给钱学敏的信，1994年2月7日。

深地思考如何科学而民主地建设祖国的许多重大问题和对策，迎接这新的挑战。

直到 1978 年中国改革开放以后，春回大地，这新的机遇，令已年逾花甲的钱学森精神焕发，他在担负着国防科工委科技委和中国人民解放军总装备部高级顾问的同时，让自己积蓄已久的关于如何建设祖国的智慧之泉冲开闸门涌流而出。他到中央党校以及各地讲学、做报告、写文章直言进谏，大胆陈述自己对社会主义社会改革和建设的基本观点和设想，希望能对中华民族迅速崛起，屹立于世界强国之林有所裨益。

2.5 建设祖国的科学与设想

时至今日，钱学森有关科学而民主地建设祖国的基本观点和思想涉及现代自然科学和哲学社会科学发展的方方面面，在许多科学领域有着独特的创新和前瞻性的设想，已产生了并将继续产生巨大的社会效益，其价值和意义绝不亚于他对中国“两弹一星”的杰出贡献。

钱学森关于建设祖国的科学思想深识远虑，博大精深，反映了我们时代精神的精华，现仅就我所见所闻以及才疏学浅的我能够初步理解的一些东西，大致先罗列如下几项，很不全面，也不一定准确，愿有更多的朋友能继续努力研究，采撷到他更多的智慧之花。

(1)中国的崛起与整个世界息息相关。要认清当今世界发展的主流以及未来发展的趋势和特点，科技战、智力战、人才战以及世界能源的争夺战日益尖锐；世界已逐渐形成一个大社会，哪个国家也不能闭关自守，世界一体又多极分割，正在开始形成包括不同国家政体、不同经济发展状况、不同意识形态为主导、打破地区界限又相互融合的“世界社会形态”，它将为实现人类理想的共产主义社会走向世界大同，奠定物质和精神文化的基础。

(2)迎接新的科技革命浪潮。重视现代科学技术对推动社会发展的巨大作用，纵观人类社会发展的历史，科学革命与技术革命必然引起大规模的产业革命，并由此促进社会革命和真正的文化革命，推动人类的精神文明走向更高的境界；要注意跟踪和研究当今以微电子信息技术为先导的科技革命对社会的经济发展、生产方式以至人们的生活方式、意识形态、思维方式等的深刻影响，努力在重大科技问题上有所创新。

(3)树立“大科学观”。现代科学技术既高度分化又高度综合，它们相互

渗透、相互促进，已发展成为严密的体系，这是一个活的、不断发展的人类知识体系。各门科学之间只是从人们研究问题的着眼点不同或看问题的角度之不同来加以区分。人们的创造性成果往往出现在不同学科的交叉点上，跨度越大，创新的程度也越大，努力运用现代科学技术体系的知识、智慧与经验，团结协作、综合集成，去解决中国社会主义建设中的各种问题。

(4)辩证唯物论是马克思主义哲学的核心。马克思主义哲学作为一种科学的世界观，只是为人们开辟了认识真理的道路，不应是僵死的教条。它应是人类一切知识和实践的最高概括，处于现代科学技术体系(桥梁一基础科学一技术科学一应用技术等层次)的最高层次，以人的社会实践为基础，扎根于科学技术中，并因科学技术的发展而发展，各门科学技术的发展要以马克思主义哲学为指导。“大成智慧学”是对马克思主义哲学的丰富与发展，是对21世纪科学世界观体系、内容的构想与尝试。

(5)创建系统学。强调在现代这样高度组织起来的社会里，复杂的系统几乎无所不在，要用系统科学特别是开放复杂巨系统的理论与方法，从更大范围、更深层次，从各种关系上去科学而系统地研究和解决自然、社会与人类之间的各种复杂性问题。突破还原论的局限性，把还原论和整体论辩证地结合起来，从整体上考虑并解决问题。系统科学创造性地运用和丰富了唯物辩证法，是科学发展观的理论依据。掌握系统科学和科学发展观，可以更加贴近客观规律，为社会主义建设的各种系统工程找到组织管理的最佳方案和英明决策。

(6)积极倡导建立“总体设计部”，作为国家、军队、地方以及大的工程、企业等领导部门的决策咨询和参谋机构。汲取“两弹一星”的成功经验，它应由德高望重、学识渊博、勇于开拓的总体设计师及各行各业具有创新精神和实际经验的有关科学技术专家组成，运用从定性到定量综合集成法和研讨厅体系，人-机结合，以人为主，群策群力、集思广益，真正贯彻民主集中制，使决策更加科学化、民主化。团结协作、“总体设计部”是我们事业的生命。

(7)培养具有大智大德和科学精神的新人。充分调动和发挥人的潜能和创造力。大成智慧学与大成智慧教育的核心是：把哲学与科学技术结合起来，既要有科学技术知识，又要有文化艺术知识，把形象思维与逻辑思维、微观与宏观、部分与整体结合起来，集大成、得智慧。主要方法是以马克思主义的辩证唯物论为指导，充分利用现代信息技术和互联网络、人-机结合

以人为主的方式，集古今中外有关经验、信息、知识、智慧之大成，借以造就出更多的科学技术发明创造人才。

(8)创建思维科学(Noetic Science)。作为一门研究人的思维规律的科学，着重揭示人脑通过思维活动，怎样加工处理从客观世界和人类知识宝库中获得的各种信息，从而得到正确的认识和知识，并能进行创造性的思维。在当代，思维科学应着重研究信息空间(Cyberspace)，探索并揭示：在人-机结合以人为主加工信息的智能系统和瞬息万变的信息网络空间里，人们应该掌握怎样的思维方式和思维发展规律，才能更好、更快地集智慧之大成，提高智能，获得大成智慧，有所发现、有所创新。

(9)开展行为科学的研究。揭示个人与社会(个人与家庭，个人与集体，个人与国家以至世界)相互协调、相互矛盾的辩证关系与发展规律。道德教育与实行法治共同作为社会调控系统往往相辅相成，互相促进，在对人民进行伦理道德教育的同时，也要下大力气抓好社会主义民主与法制建设，从“人治”过渡到“法治”。充分发扬人民民主，关心人、尊重人，保障全体人民享有各项公民权利，坚决打击一切敌对力量和犯罪活动，建设安定团结、文明和谐的社会。

(10)提出我国社会主义建设的系统结构。即政治文明建设、物质文明建设、精神文明建设和地理建设四个领域，共包括九个方面。强调政治文明建设的重要性和四个文明建设要协调发展。倡导建立自然科学与社会科学交融的地理科学，重视地理系统建设和保护生态环境，认为社会系统从整体上看，包括它所赖以生存和发展的地理系统，社会的物质文明、精神文明、政治文明建设离不开地理建设，四个建设是社会和谐、稳定、持续发展的基础。

(11)发展大农业。认为国民经济全面发展的基础在农业，建议建立农业型知识密集产业——农业、林业、草业、海业和沙业。充分利用太阳能和生物资源，依靠各种高新科学技术改进农业生产、提高效益，因地制宜，多种经营，运用农业系统工程，组成农、工、贸一条龙的综合生产体系，使农业尽快产业化、工业化。努力提高农民的科学技术知识和文化水平，改善农民的生活，逐步消灭城乡差别，迎接以生物科学和生物工程(包括农业型知识密集产业等)为先导的第六次产业革命。

(12)建设“山水城市”。将建筑科学这个大部门列为现代科学技术体系中，认为它是科学的艺术也是艺术的科学。重视城市学，主张城市建设要作为一个发展的整体、一个开放的复杂巨系统来统筹规划，强调把微观建筑与

宏观建筑结合起来。提倡人工环境与自然环境协调发展，努力利用地理条件和现代建筑科学技术以及通信技术和交通运输技术等，把每个城市建设成一座超大型园林——“山水城市”，让人们都能安居乐业，享受“天人合一”和“回归自然”的幸福生活。

钱学森今年97岁了，他为了祖国的建设与强大奉献了自己全部智慧和精力，他的每一言行、每一思念都饱含着对祖国和人民无尽的爱。钱学森不仅是一位伟大的科学家，而且是一位伟大的思想家。他的科学精神、科学思想是中华民族的宝贵财富。

本文曾发表于：
《西安交通大学学报》(社会科学版)2008年第5期

目录

Contents



第1章 钱学森的科学观与方法论

钱学森能为祖国人民做出杰出的贡献，除了由于他具有强烈的爱国主义精神和民族自豪感等品格以外，还和他一贯重视把握科学的宇宙观与科学的方法论并将它们应用到实际工作中去密切相关。

记得当他刚刚冲破藩篱回到祖国不久的时候，有位记者问他："您认为，对于一个有为的科学家来说，什么是最重要的呢？"钱学森略微沉思了一会说："对于一个有为的科学家来说，最重要的是要有一个正确的方向。这就是说，一个科学家，他首先必须有一个科学的人生观、宇宙观，必须掌握一个研究科学的科学方法！这样，他才能在任何时候都不致迷失道路；这样，他在科学研究上的一切辛勤劳动，才不会白费，才能真正对人类、对自己的祖国做出有益的贡献。"①

这一肺腑之言既是他在海外学习、教学、研究、工作20载的重要体验，亦是他归国后殚精竭智的行为准则。科学的人生观、宇宙观是随着实践经验的积累、总结而形成和丰富起来的，而传奇般的人生经历铸就了钱学森独具特色的科学观与方法论。

1.1 钱学森的科学观

关于钱学森的科学观，我仅从他的宇宙观、他的科学技术体系构想以及

① 洛翼：《"一个有思想的科学家"——钱学森博士访问记》，《中国新闻》，1956年3月2日。



他关于科学的社会作用的看法等三方面予以论述。

1.1.1 统一而多层次的宇宙观

钱学森认为世界是物质的、无限的，人们对世界的认识随着科学技术的进步，不断深入、不断扩大，永无止境。他依据20世纪物理学、天文学的成就提出，在人们观察和认识宇宙时惯用的“宇观”、“宏观”、“微观”之外，还要树立“胀观”与“渺观”。

1985年1月，他在一次报告中说：“现在科学发展的一个重要方面就是高能物理、基本粒子。这些学问实际上是说明：我们这个世界到底是怎样的世界。从17世纪的牛顿力学开始，我们研究的宏观世界，就是从太阳系到地球上的东西，如汽车、人是如何运动的，这些是对宏观世界的认识。到了20世纪初，特别是20年代末30年代初，发生了这么两件事：一是量子力学的出现。量子力学研究的是比分子更小的东西。分子的大小为10^{-8}厘米，在这个尺度以下，牛顿力学无能为力，要用量子力学。这就是从宏观到微观，宏观用牛顿力学，微观就要用量子力学。二是广义相对论的诞生。如果研究范围扩大到比太阳系还要大，如银河星系，牛顿力学也就不行了。银河星系像个大盘子，直径为10万光年，对这样大的范围进行研究就要用广义相对论。所以，天文学家说，宏观尺度以上，还有一个叫‘宇观’。这样可分为三个层次：最大的是‘宇观’，其次是‘宏观’，最小的是‘微观’，研究的对象分别是银河星系、山川物体和基本粒子。”

“随着自然科学的发展，现在发现微观世界中，物体之间有四种作用力，最初的是万有引力，稍大一些的是弱作用力，再大一些的是电磁作用力，最强的是强作用力。物理学家觉得这四种作用力太多了，于是要求建立一个完整理论，把这四个作用力统一起来，这就是大统一场论。在对这一理论的研究中，现在发现要把它们统一起来，就必须考虑一种新的作用力的场，这种新的场是英国爱丁堡大学希格斯发现的，这个场就被称为‘希格斯场’。这个场极细小，远远要比基本粒子小，它的大小为10^{-34}厘米，所以‘微观’不行了，需要有一个新概念，这就是微观以下的一个层次，我称之为‘渺观’。渺观中的希格斯场恰恰又可以用来解释我们现在的宇宙是怎样形成的，这样最小和最大就联系起来了。”

"过去在物理学界和天文学界曾根据天文观测提出一个叫'大爆炸理论'的学说,它认为我们现在的宇宙,从望远镜观测的结果来推算,大约的尺度是100多亿光年。但如此大的宇宙开始时是很小的,是逐步膨胀的、'爆胀'的。这一理论过去曾碰到过问题,宇宙在爆炸的第一瞬间之前是什么东西呢?这在哲学上解释不通,这个问题恩格斯在《反杜林论》中就提出过。现在用'希格斯场'可以解释了,爆胀的过程是很复杂的,这不是唯一的爆胀,宇宙是无限的,这一爆胀只是宇宙的一个局部的爆胀。这样宇宙起点问题就解决了。这就不能称为'大爆炸理论',而要称为'膨胀理论'。所以,在宇观之上,还有多个宇宙同时存在的问题,这是由'膨胀理论'引起的,我给它起个名字叫做'胀观'。"①

由此可见,钱学森把世界暂划为五个层次之说,提出树立"胀"、"宇"、"宏"、"微"、"渺"五观,既反映了他坚持唯物主义宇宙观对世界本质、本原的科学观点,又表明他根据新的科学成就,从哲学高度上扩展了认识宇宙的视野,为从各个层次上进一步深入、统一研究宇宙世界打开了通道。

关于客观世界发展运动的规律到底是决定性的还是非决定性的问题,古往今来,在哲学界、科学界一直争论不休,莫衷一是。钱学森认为,"决定性与非决定性是辩证统一的,这就是混沌与有序的相互关系。是低层次的混沌产生高一个层次的有序。"客观世界的规律是决定性的,"但由于人认识客观世界的局限性,会有暂时要引入非决定性的必要。这是前进中的驿站,无可厚非,只是决不能满足于非决定性而不求进一步地澄清。"②

由此,钱学森猜想:"微观层次的量子力学所表现出来的非决定性,实际是决定性的渺观层次中十维时空运动的混沌所形成的。本来是决定性的运动,但看来是非决定性的运动。这是因为超弦的渺观世界是十维时空,有六维在微观世界看不见,不掌握,因而有六个因素没有考虑,漏掉了,可以说是因为微观世界科学家的'无知',造成本来是决定性的客观世界,变得好像是非决定性的了。"③

钱学森关于"决定性与非决定性"的观点,反映他对世界的认识不但是

① 钱学森:《社会主义现代化建设的科学和系统工程》,中共中央党校出版社,1987年12月版,第8-9页。

② 钱学森:《基础科学研究应该接受马克思主义哲学的指导》,《哲学研究》,1989年,第10期。

③ 钱学森:《基础科学研究应该接受马克思主义哲学的指导》,《哲学研究》,1989年,第10期。



唯物的，而且是辩证的。他以大胆的科学猜想，说明了世界的统一性，描绘了世界多层次的图景，对纷繁复杂的客观世界有一个清醒的认识，而不致陷入迷惘、乞求上帝。

正是这种统一而多层次的宇宙观，成为钱学森科学地观察与认识宇宙、世界的基本立场和出发点。

1.1.2 现代科学技术体系观

几十年来，钱学森在从事“两弹一星”的研制、发射以及参政议政的工作中，时常有一种沉重的感受而至今未泯，这就是自然科学与社会科学的分隔、分离。一些自然科学家、工程师、技术员，不关心政治，不懂经济、军事、法律、组织管理；而一些革命家、政治家、哲学家、经济学家又往往不懂自然科学技术，看不到科学技术特别是高科技对社会、经济、人的思维、观念、生活方式以至文学艺术的巨大影响。这两方面的科研成果和力量不能自觉地、积极地互相促进和补充，拧不成一股绳，由此影响了工作效率，甚或造成国家建设上无可挽回的重大损失。

为此，钱学森殚精竭虑究其原因，认为这里至关重要的问题是，不少人只熟悉自己的专业，知识面窄，对科学技术在认识上有错误。

他从当今世界的社会实际和飞速发展的现代科学技术成就出发，首先赋予科学和技术以明确的含义。他提出：“马克思主义哲学认为，客观世界是不以人的意志为转移而存在的，人首先要认识客观世界，才能进而改造客观世界。从这一基本观点出发，认识客观世界的学问就是科学，包括自然科学、社会科学等等。”它说明科学知识虽是主观的，但其内容则是客观的，是主观对客观事物、事件正确的理性认识，而且随着实践与认识的发展，相对真理日益逼近绝对真理，科学所涵盖的领域亦将日趋广阔，无尽无休。

他还指出：“科学工作决不能作假、剽窃等，也不允许虚伪、吹嘘等这类人的存在”[①]，科学的进步离不开科学理论的指导，离不开生产实践、科学试验和一定的社会条件，科学也是在不断与谬误、迷信、伪科学作斗争中发展起来的。

---

① 钱学森就“地理科学”答《地理知识》记者问，《地理知识》，1990年，第1期。

对于技术如何理解，也很重要。人们往往把技术与科学分开，认为科学是理论，技术就是“人类改变或控制客观环境的手段或活动。”[①]而钱学森认为：“改造客观世界的学问是技术。”这就是说，技术不是具体的手段、活动、工具、设备，而是和科学一样，也是一种学问，只不过它更接近于生产、实践，包括人类如何改造、控制、利用客观世界达到自己预想目标的系统知识，也包括大量有价值的感性知识。技术所涉及的领域与科学一样广泛，它不仅包括自然科学领域的各门技术科学和工程技术，而且还包括社会科学领域的各种应用科学、实施工程（如企业管理、法治系统工程等）以及艺术领域中各种惊人的技艺。

钱学森关于科学与技术的界定，把本来就联系在一起的自然、社会与人融为一体了，也把人们认识世界和改造世界这本来就无法分割的同一过程的两个方面，从主体与客体、认识与实践的高度上，内在地统一起来了。认识客观世界的学问是科学，改造客观世界的学问是技术，而技术更具体、更接近于实践。这就自然地形成一种完整的、相互关联的现代科学技术观。

以这种现代科学技术观去看当今世界（包括自然、社会、人、人化自然等），钱学森认为现代科学技术的发展已形成了整体结构，各学科相互交叉、相互渗透、相互促进，成为一个开放的、不断发展变化的动态网络体系，如下页图表所示。

钱学森反复说：“我认为总结现代科学技术和文学艺术的发展，并为迎接21世纪，我们可以建立起现代科学技术的体系。这个体系包括所有通过人类实践认知的学问，分10大部门和从每个部门概括出来并通向全体系最高概括的马克思主义哲学——辩证唯物主义的桥梁，它们是：

（1）自然科学、自然辩证法；

（2）社会科学、历史唯物主义；

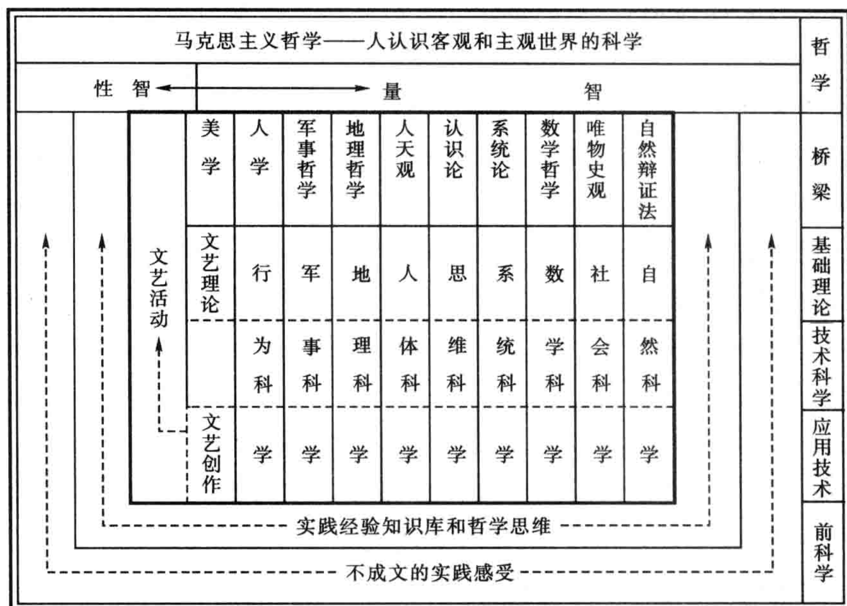
（3）数学科学、数学哲学；

（4）系统科学、系统论；

（5）思维科学、认识论；

① 《简明不列颠百科全书》，中国大百科全书出版社，1985年版，第4卷，第233页。





注：此表系 1993 年 7 月 8 日钱学森绘。后略有增改。

(6)人体科学、人天观；

(7)文艺理论、美学；

(8)军事科学、军事哲学；

(9)行为科学、人学；

(10)地理科学、地理哲学。

随着事物的发展，将来还会出现新的部门和部门概括；在本世纪初人们不是认为科学只有自然科学和社会科学两大部门吗？”①

在这个现代科学技术体系的外围还有大量一时还不能纳入体系中的人们的认知、作为思考的哲学思维以及点滴实践经验。所以，钱学森说的这个现代科学技术体系是有明确结构的。当然它将随着人们的实践而不断发展，人们实践与认识的历史长河，永无止境。因此作为体系概括的马克思主义哲学，也是不断发展、深化的。

---

① 钱学森于 1995 年 11 月 29 日给中国社会科学院哲学研究所的一封信。

钱学森还说："从我个人思想发展过程来说，我在大约10年前，因为看到新学科群起，老的自然科学、社会科学、哲学三大件是不够用了。所以，从系统思想概念提出现代科学技术体系的想法。后来又逐步完善，终于形成现在十大部门的结构。"[①]可见，钱学森关于现代科学技术体系的构想，反映了自然、社会与人类历史发展的必然与需要，是他的科学宇宙观的深化。

上述现代科学技术体系中新的科学分类法是钱学森的创见。客观世界是统一的，又是纷繁复杂、变化多端的，不同事物有不同的运动形态及矛盾特殊性，然而它们又不是孤立的，而是相互关联、相辅相成形成各种系统的。由此，钱学森从系统科学的整体观出发，提出科学部门的分类方法应该从研究问题或看问题的不同角度来划分，而它们的研究对象都是统一的、同一的，即整个世界。

按此分类方法，各门科学划分大致如下：

自然科学，是从物质在时空中的运动、物质运动系统的不同层次及不同层次间的相互关系这个角度去研究整个客观世界的。

社会科学，是从人类社会的发展运动，即从人类社会这个开放的复杂巨系统的内部运动以及客观世界对其发展运动的影响这个角度去研究整个客观世界的。

数学科学，是研究客观世界中数量与质量的辩证统一的。数学的定义、公理和逻辑来自人的实践，它是人与客观世界相互作用的经验积累。

系统科学，是从普遍存在于客观世界的各种系统的结构、层次、功能、性质等侧面去研究整个客观世界的。

思维科学，是从人脑通过思维活动，怎样处理从客观世界获得的信息，得到正确的认识和改造世界的知识并进行创造性地思维这个角度去展开研究的。

人体科学，是从人体结构和功能如何承受整个客观世界的影响和作用，获得各种信息，增强体质及发挥人体潜在功能等角度去进行研究的。

文艺理论，固然是以人为研究对象的，但是人与整个客观世界的发展变

---

① 钱学森于1994年5月17日给钱学敏的信。



化息息相关，因而也要研究在人与社会、人与自然的相互作用和相互影响中表现出的真善美与假恶丑既对立又统一的关系。

军事科学，目前已不限于对常规武器的战争的研究，而是涉及整个世界范围内不同集团间的矛盾和斗争，包括“商战”、“科技战”、“智力战”等等。对此钱学森曾强调“要建设信息化、高科技武装的中国人民解放军”，要注意研究“军事科学与社会科学有一门非常重要的交叉学科，即谋略学”。

行为科学，是从个人与社会相互作用这个角度去研究如何引导和控制社会中个人的行为的，它涉及教育、道德与法律等，目的在于使人得到全面的发展、适应不断发展变化的客观世界的需要。

地理科学，是侧重研究人类社会赖以生存的自然环境（地球表层）的，它涉及自然和社会发展过程的宏观规律和综合规律，是自然科学与社会科学的交叉科学，是从地球表层与人类社会、与宇宙天体、与人类的相互联系及相互影响中，去研究整个客观世界的，它“是所谓生态科学的扩充”。

由于钱学森认为各门科学研究的对象都是统一的客观世界，区分只在于我们研究的角度之不同，这就从根本上、从学科的横向关系上，拆除了以往各门科学技术之间仿佛永远不可逾越的界隔，显示出各门科学之间本来就是互相联系、互相促进、不可分割的关系；这就易于开阔视野，系统地、综合地去研究各门科学，启开阻滞科学技术发展的栅栏。这种科学分类的方法，体现了钱学森科学观中系统的、整体的思想。

从科学技术体系结构的纵向关系上来看，钱学森按照是直接改造客观世界还是比较间接地联系改造客观世界的原则，把每一个科学技术部门区分为：基础科学、技术科学、应用技术三个层次（文艺理论的层次区分略有其特点）。这就鲜明地揭示出近百年来科学与技术之间业已形成的相互衔接、相互促进的辩证关系，从而便于我们自觉地把科学理论与应用技术紧密结合起来，使之成为强大的社会生产力；这就易于明确各门具体科学技术层次在整个科学技术体系中的地位和作用，以便能够及时根据社会发展的实际需要，找出科学技术发展的新方向、新起点。

钱学森的科学观有两个重要的特色：一是十分重视实践和经验；二是十分重视科学理论的指导作用，重视马克思主义哲学——辩证唯物论的指导作用。

他在耄耋之年亲手绘制前述现代科学技术体系图表时特别强调，凡尚不能纳入这个科学技术体系中的、还不能称其为科学的，只是一些经验性、非逻辑性的东西，一些零碎的实际感受、直观、灵感、潜意识、甚至梦境，还有一些哲学思维，这些，作为人们对世界的探讨，包括古代的和现代的，都不应忽视，因为它们往往是科学发现与创造的源泉。这些前科学的宝贵认识都暂列在现代科学技术体系的外围，通过人们主动地在实践中反复分析、鉴别、提炼，逐渐将其中一切有价值的东西汲取进来，上升到理论认识，深化、发展整个现代科学技术体系，日益趋近绝对真理。

从现代科学技术体系的整体结构的层次上来看，钱学森把马克思主义哲学放在最高的位置，并赋予它新的含义。他认为："马克思主义哲学，辩证唯物主义是人类一切知识的最高概括"[①]；"马克思主义哲学也是人类一切实践的概括"[②]，从而使之更富于科学性与实践性。

早在1978年他就强调："哲学作为科学技术的最高概括，它是扎根于科学技术中的，是以人的社会实践为基础的；哲学不能反对，也不能否定科学技术的发展，只能因科学技术的发展而发展。"[③]1994年他还解释说："发展深化马克思主义哲学应先着眼于那十架桥梁……最后再考虑上升到马克思主义哲学本身。"这对于如何去发展、深化马克思主义哲学具有十分重要的指导意义。

钱学森还说，现代科学技术体系，包括了人类现在所认识到的客观世界规律的全部精华，因而其最高概括——马克思主义哲学难道不是人类智慧的结晶吗？由此，我们重新肯定了古老的哲学（Philosophy 古希腊文为 Philein＝爱和 Sophia＝智慧）含义，使之真正成为"智慧"的学问。

因此，我们要想真正把握客观事物，特别是复杂性事物的整体，得到对它全面、正确、本质的认识，找出解决问题的正确方法，就必须运用马克思主义的唯物辩证法和现代科学技术体系的知识，甚至许多还不能称其为科学的点滴感受和经验，科学地研究和反映客观事物的全貌。钱学森认为，也只有这样才能"集大成，得智慧。"这就是他多年来倡导的"大成智慧学"的基本

---

① 钱学森：《正确对待祖国历史文化传统认真学习马克思主义哲学》，《自然辩证法》，1988年，第2期。

② 钱学森于1994年1月9日给钱学敏的信。

③ 钱学森：《科学学，科学技术体系学，马克思主义哲学》，《哲学研究》，1979年，第1期。



观点。

1995 年春天，他还说："大成智慧学是古老的'爱·智·慧'概念的更进一步，更具体化了"。这不是空洞的理论，而是行动的指南！最最重要的是我们要掌握和运用这种科学观，对当代科学技术迅速发展的前景有一个清醒的认识，向现代化进军，迎接 21 世纪！这就是钱学森科学观的现实意义。

1.1.3 科学技术是社会发展的动力观

钱学森纵观世界历史的发展，特别是现代有些发达国家迅速崛起的历程，认为阶级斗争推动社会发展的历史作用固然不可忽视，但是还应该看到科学技术的进步对社会发展日益起着极为深刻、强大、持久的作用。在当今的信息时代，科学技术(包括组织管理)特别是高科技，已成为凝结在生产过程中提高社会生产力，推动社会飞速发展的重要力量。高科技已成为世界各国争夺的焦点。

他依据唯物辩证的科学观和历史观提出："科学革命是人认识客观世界的飞跃，技术革命是人改造客观世界技术的飞跃，而科学革命、技术革命又会引起全社会整个物质资料生产体系的变革，即产业革命。"[①]产业革命又将推动社会革命与文化革命以至人们的思维方式、生活方式的变革。20 世纪 80 年代初，他对产业革命进行了历史分期并加以说明，我据此编排了一张简略的图表如下。当然，社会活动中还有另一方面即事业，它包括党、政、军、教育、文化管理、群众团体等开展的各项工作。

钱学森年轻时就曾立志以科技和教育振兴中华。为此，他寒窗发奋，赴美留学，决心掌握一切最先进的科学技术以报效祖国。就此而言，他的科学观也就是他的人生观。他以自己长期的无私奉献，实践自己的观点和诺言。1991 年以来，他多次建议建立第四产业——"科学技术业"和实施"大成智慧教育"，以促进"科教兴国"的实现。

---

① 钱学森:《我们要用现代科学技术建设有中国特色的社会主义》(1991 年 11 月 5 日),《九十年代科技发展与中国现代化系列讲座》,湖南科学技术出版社,1991 年出版。

科技革命、产业革命、社会革命
（第一至第七次产业革命发展略图）

次序	科技发展状况	社会生产体系的变革	社会制度的转变
一	大约发生在10 000年以前的石器时代，火的发现与使用	人类从狩猎、采集野果为生，发展到开始从事农业、畜牧业、渔业等（形成第一产业）	原始社会向奴隶社会转变
二	大约公元前1 000年至200年的青铜器时代以及铁的发现与使用	农、林、畜牧、手工、采矿、冶金业得到发展，产品有了剩余，出现了商品和商品交换	奴隶社会向封建社会转变
三	18世纪下半叶至19世纪初，开始于英国的蒸气机技术革命	以机器为基础的近代工业兴起，如机器制造、纺织工业、建筑业等（形成第二产业）	封建社会向资本主义社会转变
四	19世纪末到20世纪初，物理学革命，电磁理论的建立，电动机的发明	促进电机制造、电讯、交通、航海、运输、国际贸易、金融等的发展（形成第三产业）	资本主义从自由竞争向垄断资本主义发展，生产日趋社会化与私有制矛盾尖锐
五	二战以后至今，以相对论、量子力学等科学革命为先导，一大批高新技术（核、激光、航天、生物工程等）为动力的信息技术革命	科技业、咨询业、信息业迅速发展。出现世界一体化的生产体系，体力、脑力劳动差别逐渐缩小（形成第四产业）	开始形成包括各种不同国家政体、不同经济发展状况、不同意识形态为主导、打破地区界限的各国联合体——世界社会形态
六	即将到来。以微生物、酶、细胞基因等科学成果为代表的生物科学与生物工程技术（包括大农业）的飞速发展	以太阳光为能源，利用生物、水、大气，通过农、林、草、畜、禽、菌、药、渔、沙、海业加上工贸科技于一体的生产体系形成。城乡差别逐渐消失（第一产业逐渐变为第二产业，第二、三、四产业相互促进）	形成从资本主义向（社会主义）共产主义过渡的世界社会形态

续

七	21世纪相继到来，以人体科学(包括医学、生命科学等)为主导带动各种科学技术飞速发展	人的体质、功能、智能大大提高，加之先进的科学技术与设备促成组织管理革命，必将引发新的产业革命。工业、农业无差别	叩响共产主义大门，开创世界大同的人类新纪元

(1995.4.24 绘)

1.2 钱学森的方法论

钱学森的方法论是他的系统论的具体运用。我仅从他日常的一些思维方式和他倡导的工作方法这两个方面去反映、介绍他的方法论。

1.2.1 多种辩证的思维方式

人们的宇宙观、科学观与其思想方法、工作方法往往是一致的。由于钱学森具有现代化的科学观，所以他的思维能力非凡，至今仍十分敏捷、深邃，充满活力，并常有创新和超前意识。其中奥秘难于捉摸和描绘，现仅就笔者的日常观察，罗列几项。

1. 大跨度的思维方式

钱学森的科学技术观要求他具有广博的知识，并能触类旁通，集智慧之大成，大跨度地思维，从各个方面去把握事物整体关系的"形象"，抓住事物的机理，深入探索，去寻找创新与成功之路。他曾以自己的体验说："跨度越大，创新程度也越大。而这里的障碍是人们习惯中的部门分割、分隔、打不通。而大成智慧学却教我们总揽全局，洞察关系，所以促使我们突破障碍，从而做到大跨度的触类旁通，完成创新。"

钱学森几乎每天都孜孜不倦，努力钻研和掌握各种最新的科学技术知识，其精神和毅力是惊人的。他在交通大学读书时，除学好规定的课程外，还读遍了图书馆里关于航空工程和空气动力学、流体力学的著作。1935年他到了美国，在加州理工学院学习时，很快就获得了航空博士和数学博士学位。他的导师冯·卡门教授是一位知识渊博的世界著名力学大师。钱学森

当时除学习航空和数学课程外，还选修了不少理科课程，如微分几何、复变函数论、量子力学、广义相对论、统计力学。甚至物理系、化学系等其他各系的学术报告、研讨会，他也去学、去听，努力扩大自己的知识领域。因此他能够很快地在薄壳理论、气动力学、火箭技术、喷气推进、超声速飞机设计以及工程控制论、物理力学等多方面取得卓越的成就。他在美国发表了50余篇论文，写出了《工程控制论》、《物理力学》等专著，那时就成了世界上颇有名望的应用力学家。

为什么思维"跨度越大，创新程度也越大"呢？可能是：第一，由于跨度大，人的思维不囿于各个部门科学研究的角度、方法的局限，这就便于把一个科学部门的最新成果、原理、方法、规则等应用到其他学科中去，达到知识成果共享、互相激发，从而有可能使被囚禁已久的思维能量突然释放出来，迸发出灿烂的光华。第二，运用大跨度的思维方式，跨度越大越能够向全方位敞开视角，这就便于人们纠正偏见，充分发挥全面认识的能力与功能，获得高于任何一门科学的见解，显示出更高一级的更带普遍性的理性认识，达到认识上的飞跃，实现创新。钱学森曾语重心长地告诫说："偏见往往使我们失去真理，我们要警惕啊！"

2. 整体的思维方式

钱学森总是习惯于把相互关联的事物作为一个完整的、有机的体系，进行系统的分析；正确区分部分与整体、微观与宏观、特殊与普遍、具体与抽象等的辩证关系。从整体中把握部分，又不把整体视为部分的简单叠加。他常说，"要从整体上考虑并解决问题"①，否则，你只见树木不见森林，只拣些零碎的瓦片、木椽、窗格子，看不见整体结构和大厦，将难以形成独具创见的智慧。

当然，在运用这具有东方色彩的整体思维方式，从宏观上把握事物时，钱学森也从不忽视西方人习惯运用的还原论的思维方式，对事物的系统层次、结构、功能，进行具体、深入的量化研究，努力把整体论与还原论两种不同的思维方式结合起来。

钱学森之所以能够很好地做到这一点，除了因为他具广博的学识以外，

① 钱学森：《要从整体上考虑并解决问题》，《人民日报》，1990年12月31日。



还在于他善于“中西贯通”，在中西文化相互比较、相互撞击中，取长补短，从而绽开了绚丽的思维之花。

钱学森在美国学习、教学、研究、工作共20年，深谙西方的先进科学技术成果和大规模组织管理的方法，而且在中国传统文化的思维方式方面也有着深厚的根底，因而他能自觉地以辩证唯物主义的宇宙观、科学观为指导，汲取中国传统的整体论与西方现代科学研究中的系统论与还原论的精华，倡导建立了现代的系统科学。

钱学森继承和发扬了中国古代哲学，特别是《易经》的整体、辩证的思维方式，以及《黄帝内经》、传统医学辨证施治的整体思想，并在总结半个世纪以来国际风云变幻及社会主义建设的经验教训的基础上，吸取了西方现代科学技术中有关系统思想的成果（如：Bertalanfy，D. Bahm，F. Lapra，S. Freud，C. G. Jung，I. Prigogine等的著作和思想），从而形成整体的思维方式。

这种整体的思维方式避免了东方古老的整体思维方式的模糊性。既不忽视从感性、直觉、经验上把握事物的整体，又不主观随意地猜测和虚构，而是与现代科学技术知识熔铸在一起，赋予整体的思维方式以严谨的科学性。

3. 综合集成的思维方式

这是钱学森系统思维的一种表现形式。当他每日驰骋在古今中外浩瀚的知识海洋里的时候，他绝不是像海绵那样，良莠不分，无批判地兼收并蓄，大风大浪使他锻炼出一种特别能辨别是非、真伪的能力。他极善于去伪存真，去其糟粕、取其精华，辩证地否定（即扬弃），批判地综合集成一切有用的知识。因而，他总能在无边的知识海洋里，不断发现鲜花遍地的绿洲。

钱学森讲过这样一个故事：第二次世界大战前夕，德国一位记者报道了德军的作战部署、战略战术以及部分指挥将领的名字，泄露了军机，弄得希特勒很被动。希特勒大为恼火，怀疑是军内出了叛徒、内奸，立即抓来这位记者审讯。通过反复调查、审讯，方知这位记者的一切材料、信息，都来源于公开的报章，他只是将这些点点滴滴的消息加以分析综合，从而得出了全面的军事情况和战略战术的构想。可见，综合集成的思维方式往往使人得到新的理性认识，从模糊、复杂的现象中，发现事物的本质和真面目。

钱学森越到老年越显露出他那强劲的综合集成的思维倾向。例如，从

他1994年出版的《人体科学与当代科学技术发展纵横观》一书中可以看到，他多年来一直在努力综合集成古今中外各学科的成果，希望能对人体科学的发展有所促进。

钱学森认为，“人体科学的研究是非常难的……也可以说其难度是最大的，是今天科学技术里面的珠穆朗玛峰。”[①]他还说：“按照达尔文医学观点，人是受周围环境、社会影响的，下个世纪社会是个什么样子？那是由信息技术革命推动的第五次产业革命，将会形成全世界一体化的社会形态。人是在整个世界社会中生活，一个人的事，就是整个社会的事，我们要看到这个大变化，很好地利用这个机遇，把中国人变成能适应、利用信息时代环境的人，而不是被信息环境淹没了。我看这是人体科学最大的任务。”[②]

如何完成这一艰巨的任务？钱学森提出了一套综合集成的思维方法。他说，要“把人体作为一个对环境开放的复杂巨系统，那我们就可以用系统科学的理论，把中医、西医、少数民族医学、中西医结合、民间偏方、气功、人体特异功能、电子治疗仪以及心理治疗等，几千年人民治病防病的实践经验总结出一套科学的、全面的医学——治病的第一医学、防病的第二医学、补残缺的第三医学和提高功能的第四医学。这样就可以大大提高人民体质，真正科学而系统地搞人民体质建设了。”[③]

4. *逻辑思维与非逻辑思维相结合的思维方式*

客观世界万事万物丰富多彩又变化无穷，人们往往只是根据自己的需要，孤立地、仅从某一侧面去认识、把握事物的性质及其发展变化的规律，这就难免染上形而上学的色彩。钱学森深感认识片面性、死板、机械的危害，他以辩证唯物主义为指导，提出“我们对事物的认识，最后目标是对其整体及内涵(包括质与量)都充分理解”。

他借鉴老哲学家熊十力先生把人的智慧分为“性智”、“量智”的观点，加以唯物主义的解释与发挥。他认为“量智”，侧重在科学技术中，研究其从局部到整体、从量变到质变所获得的知识，掌握其“度”；与此同时，也不应忽视“性智”，他强调说：“大科学家尤其要有‘性智’”。“性智主要是从整体的、形

① 钱学森于1993年12月10日与张震寰、陈信等同志的谈话。

② 钱学森于1993年12月10日与张震寰、陈信等同志的谈话。

③ 钱学森于1994年1月23日给王寿云等六人的信。



象的感受上，从“质”上入手去认识事物，侧重在文化、艺术、医学等方面。

从思维方式来看，“量智”侧重于逻辑思维，即具体分析事物系统的各个部分、各个层次、各个方面，加以严密的逻辑推理；而“性智”则侧重于非逻辑思维，即通过直观感受、丰富的想象，甚至灵感、潜意识等，运用形象思维去领会、把握，形成对事物的整体认识。

钱学森一贯自觉地把逻辑思维方式与非逻辑思维方式结合起来，因而在科学的道路上他总能采撷到许多美妙的成果。如果说逻辑思维多为科学思维方式，形象思维或非逻辑思维多为艺术思维方式，那么，钱学森也是把科学与艺术紧密结合起来了。他不仅具有渊博的科学知识，拥有一个广阔无垠的科学世界，而且具有深厚的艺术功底，拥有一个绚丽多彩的艺术世界。从他 1994 年出版的《科学的艺术与艺术的科学》①一书中，可以看到他如何从科学上去理解艺术，如何从艺术上去发展科学。

钱学森至今仍非常富有想象力，极善于从纷繁的自然、社会现象中，准确地找出实质，把握关键，提出理论；极善于从混沌复杂的思维中，迅速理出头绪，使其升华；极善于把一些十分艰深的问题，一下子变得豁然开朗、生动活泼。他的这种富于智慧的思维能力长盛不衰，缘由何在？是天赋的吗？他从不承认。是由于他特别勤奋吗？也不尽然。他的这种超凡的智能，恐怕是除了勤奋，还来自他能把逻辑思维与非逻辑思维方式巧妙地结合起来，让科学与艺术结缘。

当他遇到难题而单靠逻辑推理百思不得其解时，靠艺术的、非逻辑的、形象思维方式，往往使他得到意想不到的收获。音乐的梦幻、绘画的神韵、诗歌的意境……常常渗入他那缜密的、科学的逻辑思维中，给他送去一缕活泼的灵气，新奇的启迪。这或许就是逻辑思维与非逻辑思维并举、科学与艺术相结合能够赋予人们无限的创造力与智慧的缘由。

最近，钱学森对于科学与艺术相结合的思维过程，作了具体分析。他说：“从思维科学角度看，科学工作总是从一个猜想开始的，然后才是科学论证；换言之，科学工作是源于形象思维，终于逻辑思维。形象思维是源于艺术，所以科学工作是先艺术，后才是科学。相反，艺术工作必须对事物有个

---

① 钱学森著：《科学的艺术与艺术的科学》，人民文学出版社，1994 年 12 月。

科学的认识,然后才是艺术创作。在过去,人们总是只看到后一半,所以把科学和艺术分了家,而其实是分不了家的;科学需要艺术,艺术也需要科学。"[①]我们要把文艺对社会进步的作用放到与科学技术同等的高度来认识,所以钱学森提议:我们国家不但要建立并发展科学技术业即第四产业,还要建立并发展经营文化艺术活动的第五产业。

5. *灵感思维方式*

钱学森很注意捕捉灵感思维,发挥灵感思维的神奇力量。他说,"如果把逻辑思维视为抽象思维,把非逻辑思维视为形象思维或直感,那么灵感思维就是顿悟,它实际上是形象(直感)思维的特例。"灵感的出现常常带给人们渴求已久的智慧的闪光。文艺工作者往往依靠这种非逻辑的思维方式,特别是"灵感",去认识、去创作。不过,单凭自己片面的经验,"跟着感觉走",不去做艰苦细致的调查研究,科学地综合,"灵感"这位可爱的"客人"是不会来拜访你的。

从辩证唯物主义的认识论来看,灵感不过是把概念、判断、推理等逻辑思维过程压缩、简化并采取生动的形象和突如其来的"跳跃"(顿悟)形式,反映出所思索问题的关键而已。在灵感跳出之前,离不开科学认知的积累、逻辑思维的过程;在灵感闪现之后,我们应很快回到逻辑思维过程中,使之上升到一个新的理性认识阶段,巩固和发展"灵感客人"悄悄给我们送来的精美"礼物",使认识由此岸最终到达彼岸。

大科学家爱因斯坦说过,科学的发现"并没有逻辑的道路;只有通过那种对经验的共鸣的理解为依据的直觉。"[②]当然,他也强调,直觉之后还要用逻辑去检验。爱因斯坦有很好的艺术修养,他喜爱音乐,会拉小提琴。这个例子再一次说明了艺术、非逻辑思维方式对于科学家创造发明的重要性,说明了逻辑思维与非逻辑思维、灵感思维的密切关系。

钱学森曾以自己早年科学发现过程的亲身经历谈灵感。他说:"灵感思维是人们在生活中真有的,我自己就有过多次,解决了研究中遇到的难题。这都是在半梦半醒时发生的。现在我想,这是在正常清醒情况下,头脑中框

---

① 钱学森于1995年11月5日给刘为民的信。

② 《爱因斯坦文集》,商务印书馆,1976年,第1卷,第102页。



框太多，阻碍大跨度的思维，所以要在半梦半醒中突破障碍，见到事理。但有一点必须明确，即灵感思维也是以人头脑中沉积的知识为基础的，如果没有人类的实践认识（自己的、他人告知的、书本上学得的），灵感思维也不能自天而降。”[①]后来，当他逐渐集古今中外智慧之大成，形成现代科学技术体系这样一个较完整的大科学观，掌握了科学的思维方式以后，他的思维能力又发生了新的飞跃。他遇到难题，思考一下，就能迅速看破事理。他说：“在30年代中期到40年代初，当我碰到疑难问题时，苦思不得其解，总是靠形象（直感）思维，甚至是灵感（顿悟）思维解决问题，这是说我头脑中框框太多，不能从理论上触类旁通，得靠形象，甚至梦境。这种困境，后来逐渐缓解，不用做梦了，推敲一阵子就能看出问题所在。但真正做到触类旁通，是在懂得了科学技术以及知识体系之后。”

1.2.2　从定性到定量综合集成工作法

钱学森是从工程技术走到技术科学，又走到社会科学，再走进马克思主义哲学大门的。因此，他的哲学思想、他的科学观具有鲜明的科学性与实践性。他的方法论具有鲜明的系统性，他对于系统科学、系统工程所作的开拓性贡献，是对唯物辩证法的补充和发展。

当今，人类已进入信息时代，整个世界社会通过世界市场和全球信息网络把不同经济发展状态、不同社会制度、不同意识形态为主导、不同种族、不同宗教信仰、不同地区的国家紧密连在一起，多格局与多极化使其形成了一个开放的、十分复杂的动态巨系统。我们在物质文明与精神文明建设中所面临的问题也是千头万绪、变化多端、十分复杂的。那么，有没有一种切实可行又比较科学的工作方法，使我们能够成功地解决各种复杂性问题呢？近年来，国外许多科学家都在对此进行探索，希望得到满意的答案。但是，由于他们缺乏马克思主义哲学、辩证唯物论的科学观作指导，往往陷入形而上学和机械论的泥坑中。他们要么只看重“还原论”的方法，把事物还原为最小单位，孤立地用数学的方法、逻辑推理的方法以及巨型计算机，只顾进行定量分析；要么一头扎到实验室里，却看不到事物整体系统的相互关系。

---

① 钱学森于1994年2月13日给吴远教授的信。

例如，美国 Santa Fe 研究所的有些研究人员目前对解决复杂性问题已感到十分棘手，他们从研究“复杂性”走向了“困惑”(From Complexity to Perplexity)。[①]

如何集古今中外智慧之大成，运用正确的科学观、方法论以解决当代错综复杂的各种问题呢？1990 年初，钱学森和于景元、戴汝为共同发表了《一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论》[②]一文，1991 年钱学森又作了《再谈开放的复杂巨系统》的报告[③]，他们经过多年的研究与探索，把对事物各种系统的研究，深入到开放的复杂巨系统的范畴，并提出解决、处理开放的复杂巨系统的方法论，使钱学森一贯倡导的系统科学获得了重要进展。

钱学森说：“我和于景元、戴汝为同志在 1990 年初提出了开放的复杂巨系统的概念，它是再大的计算机和计算机网络也处理不了的问题，需要有新的思想和方法。我们把处理开放的复杂巨系统的方法定名为从定性到定量综合集成法，把运用这个方法的集体称为总体设计部。”[④]

20 世纪 50 年代以来，信息技术的发展，电子计算机、多媒体技术(Multimedia Technology)、遥作学(Telescience)、灵境技术(Virtual Reality)、互联网络(Internet)等的高速发展与普及，为我们进行创造性地思维与工作提供了前所未有的良好条件。因而组成人-机结合的劳动体系势在必行。这是钱学森所提倡的“从定性到定量综合集成法”的最大特点。

可以说，这种工作方法的实质，就是通过从定性到定量综合集成研讨厅体系，把各方面有关专家的理论、知识、经验、判断，各种有关的古今中外的信息、数据与计算机、多媒体技术、灵境技术、信息网络设备等，有机地结合起来，构成人-机结合的工作体系，同步快速地对各种类型的复杂事物(开放的复杂巨系统)，进行从定性到定量的分析与综合集成，启迪参与者的心智，激发群体智慧，发挥现代科学技术的整体优势，集智慧之大成，从而找出从总体上观察和解决问题的最佳方案和决策，钱学森又称之为大成智慧工程

① 参见《Scientific American》，1955 年 6 月，《From Complexity to Perplexity》。

② 《自然杂志》，第 13 卷，第 1 期，1990 年。

③ 《模式识别与人工智能》，第 4 卷，第 1 期，1991 年。

④ 钱学森于 1994 年 11 月 10 日贺词：《开创复杂巨系统的科学与技术》。

(Metasynthetic Engineering)。

这样的大成智慧工程，实际上是把计算机的信息处理与人脑的信息处理两者密切结合起来，形成一个人为的开放的复杂巨系统。这个系统可以拓宽人们的视野，使人接触、了解广泛的知识、经验，“感受到从前不能感受到的东西：大至宇宙，小至分子、原子，人都能审视感触！”面对这样的工作环境，老一套的工作方法与思维方式就不适应了，只有把钱学森的大跨度的思维方式、整体的思维方式、综合集成的思维方式、逻辑与非逻辑相结合的思维方式、灵感的思维方式等多种唯物辩证的思维方式有效地结合起来，充分发挥其互相补充、互相促进的作用，才可能比较准确地把握各种复杂事物的现象与本质、微观与宏观、部分与整体、稳定与发展的辩证关系，做到“在定方针时居高远望，统揽全局，抓住关键；在制定行动计划时又注意到一切因素，重视细节”[①]，使决策既具有战略意义又符合实际，切实可行，有所前进，有所创新。

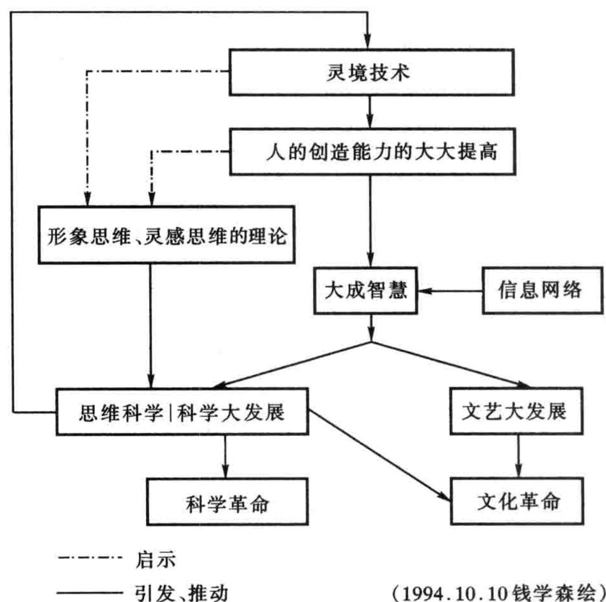
钱学森十分关注电子计算机、多媒体技术，特别是灵境技术的发展。他认为具有较高文化素养，拥有广博科学知识的人群，如果经常人-机结合地进行工作，将使人的智能发展到一个新的阶段，大大提高人的创造思维能力，甚至可能出现智能革命，他曾说：“灵境技术是继计算机技术革命之后的又一项技术革命。它将引发一系列震撼全世界的变革，一定是人类历史中的大事。”[②]他还亲手绘制一示意图，如下图所示。

运用从定性到定量综合集成法的集体，钱学森称之为“总体设计部”。这种总体设计部不仅是党和国家进行有中国特色社会主义建设的最理想的科学、民主决策咨询机构，也是各行各业、各个方面、各级领导机构进行战略部署、解决开放复杂巨系统问题的参谋部。多年来，有些单位已在试行，并取得较好效果。

作为大成智慧学、大学智慧工程具体应用的总体设计部，也适用于高科技的设计、开发与产业化。1994 年春天，钱学森回想航天飞机、火箭、导弹的总体设计与研制过程时说：“高新技术的设计开发工作，也是人-机结合的

① 钱学森于 1993 年 9 月 16 日给王寿云等六人的信。

② 钱学森于 1994 年 10 月 10 日给戴汝为等三人的信。



大成智慧工程,因为:

(1)把整个设计开发工作分解为几个局部问题,每一局部问题,如在马赫数8以上的超声速燃烧冲压发动机,如气动力问题、如结构问题、如结构防热问题等等。

(2)再把某一局部问题分解为不同时刻的瞬时过程,如超声速燃烧的瞬时实验模拟,用1/100秒—1/10秒;用两种研究方法:计算机模拟及实验模拟,以验证计算、考核理论。

(3)所有局部问题都经过实验证实,得到可靠的理论计算方法了,就可以综合了。

(4)综合主要用计算机。计算机模拟全机全飞行过程,满意了,再进入全工程的真实实物试运转。这最后一段工作是耗资巨大的,力求一次成功。

……这也是人-机结合的大成智慧学与大成智慧工程的应用。"①

钱学森认为一个科学家"必须有一个科学的人生观、宇宙观,必须掌握一个研究科学的科学方法"。他几十年来一直都朝这个方向努力。他的科

① 钱学森于1994年5月3日给王寿云等六人的信。



学观闪烁着时代精神的光华，他的方法论会使我们更好更快地走向美好的未来。他满怀信心地说："我们所设计的信息体系[①]简直可以包括全部人类千百年来创造的，而且还在不断创造的精神财富，而这全部精神财富可以由我们每一个人随手调用和享用，因为都通了嘛，谁都有一个终端嘛！这样，我们不但能从旧的脑力劳动中解放出来，而且是获得一个伟大的新世界，从来未有的高度文化的新世界，我们的脑子不要花在记忆上了，我们的脑子还可以干别的，也就是从繁重的记忆劳动中解放出来，把智慧集中到整理全人类的知识，全面考察，融会贯通，从而能够创造更多更高的脑力劳动成果，也就是人变得更聪明了，人类前进的步伐更将加快！"

本文曾发表于：

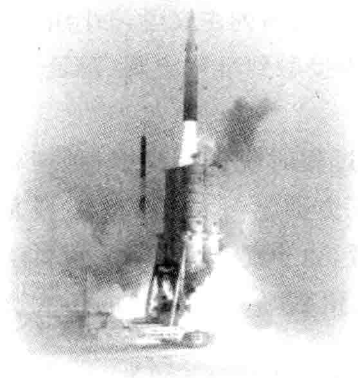
《西安交大教育研究》1996 年第 1 期

《国防大学学报》1996 年第 2—3 期

《中国科学报》1996 年 3 月—5 月(9 集连载)，并被评为该报年度读者最喜爱的文章

---

① 指大成智慧工程——笔者注。



第2章 钱学森的哲学探索

钱学森不仅是一位有杰出贡献的著名科学家，而且是一位颇有创见的马克思主义哲学家。他的哲学思想形成、发展过程与其科学技术生涯紧密联系在一起，是从工程技术到技术科学，又到社会科学，再走进马克思主义哲学的大门，因而他的哲学思想具有鲜明的科学性与实践性。

钱学森青少年时代，在北京师范大学附属中学上学，高中在理科部。学校教育注重理工结合，除一般数理化课程外，还学非欧几何学、工业化学、伦理学等，为他在科学文化、文学艺术等方面打下了坚实的基础。钱学森深受鲁迅先生、林砺儒校长、董鲁安老师等的先进思想影响，爱国忧民，立志报国。

1929年夏，钱学森考入交通大学机械工程系（铁道门），学的基本上是工程课。但电机工程教授钟兆琳、工程热力学教授陈石英等都非常重视培养学生的理论根底，以及把严密的科学理论与工程实际结合起来的方法，使年轻的钱学森懂得了理论必须为实际工程技术服务。大学期间，他除学习专业课程外，还利用休假日自学了一些中外哲学名著，认为唯物论、唯物史观很有道理，而唯心论则不切实际，从而初步形成唯物主义世界观。当时，他还参加过中国共产党外围组织的小型讨论会，更加激发了他的爱国主义思想，蔑视强大的帝国主义，下决心为中国人民服务。

1934年，钱学森考取清华大学公费留学生，远赴美国学习。钱学森在

美国 20 年，正值美国经济萧条和战乱，因而对资本主义制度的弊端有切身的体验。他平时除钻研科学技术外，还阅读了《资本论》、《反杜林论》等部分篇章，参加过当时加州理工学院一些学生自发组织的马列主义学习小组，议论时事，反对法西斯战争，支持中国抗日。进一步接触到唯物史观、辩证法、唯物论等马克思主义哲学思想。

钱学森在回忆自己走向马克思主义哲学的过程时说："从高中(是理科部)到十一届三中全会，大约半个世纪，我在理工方面学习和工作。主要是自然科学与工程技术的结合，不是纯科学工作者，也不是工程师，是从科学理论到工程实际，是'冷'与'热'的结合，也由此悟到马克思主义的伟大真理。"

他还说："'文化大革命'使我觉悟，感到只是理与工是不够的，不懂得社会科学不行，所以开始下功夫学社会科学，也涉及哲学。"1978 年以后，他多次应邀到中共中央党校讲授"社会主义现代化建设的科学和系统工程"专题课，把注意力更多地转向马克思主义哲学。经过艰苦探索，他提出许多具有时代特征、科学价值和实践意义的哲学思想。对于丰富和发展马克思主义哲学做出了独特的贡献。

2.1 马克思主义哲学是人类智慧的结晶

钱学森认为，"马克思主义哲学，辩证唯物主义是人类一切知识的最高概括。"[①]辩证唯物主义是马克思主义哲学的核心，历史唯物主义、自然辩证法、认识论与辩证唯物主义不是并列关系，是它的下属层次。辩证唯物主义反映了自然界、人类社会和思维发展的普遍规律，也就是反映了所有科学的普遍而共同的规律。马克思主义哲学是现代科学技术(包括科学的社会科学)成果的最高概括，是人类智慧的结晶，一切科学、理论都应坚持以马克思主义哲学为指导。

同时，他认为，"马克思主义哲学也是人类一切实践的概括"。哲学并不神秘，实践出真知。马克思主义哲学只有深入实际、反复实践才能发展。当

---

① 钱学森:《正确对待祖国历史文化传统——认真学习马克思主义哲学》,《自然辩证法学报》,1988 年第 2 期。

今马克思主义正面临一个新的时代，研究它的发展将涉及整个世界。不仅要研究当代世界政治、经济发展的实际，更应注意研究当代科学技术发展的实际，特别是现代科学技术革命对生产发展、社会进步的影响。他曾说："总结近一百年来的历史教训，我们认为马克思主义哲学是有其崇高的位置的，但是，哲学作为科学技术的最高概括，它是扎根于科学技术中的，是以人的社会实践为基础的；哲学不能反对也不能否定科学技术的发展，只能因科学技术的发展而发展，不然岂不僵化了吗？哲学家们要看到今天自然科学、科学的社会科学正处于重大突破的前夕，正酝酿着一系列技术革命，所以要力求主动，不断吸取新科学、新技术的成就作为发展马克思主义哲学的素材。"①

2.2 马克思主义哲学与现代科学技术体系的整体构想

钱学森赋予"科学"、"技术"以明确的含义。他说："客观世界是不以人的意志为转移而存在的，人首先要认识客观世界，才能进而改造客观世界。从这一基本观点出发，认识客观世界的学问就是科学（包括自然科学、社会科学等等），改造客观世界的学问就是技术。"②

20 世纪 70 年代后期，在马克思、恩格斯特别是毛泽东哲学思想及其科学技术观的影响下，他运用辩证唯物论和系统科学的观点、方法，注意观察与研究世界科技发展的成果与趋势，逐步形成了马克思主义哲学与现代科学技术体系的整体构想。

这个整体构想是一个开放的矩阵式纵横交错的系统。整个体系从纵向分为三个层次：最高层次是马克思主义哲学，也就是辩证唯物主义，最下面的层次是现代科学技术十大部门，其间通过十架"桥梁"把马克思主义哲学与十大科学技术部门联在一起。从横向来看，这十大科学技术部门是：自然科学、社会科学、数学科学、系统科学、思维科学、人体科学、文艺理论、军事科学、行为科学、地理科学等。其中每一个科学技术部门又按照是直接改造客观世界，还是比较间接地联系改造世界的原则划分为基础科学、技术科

① 钱学森：《科学学·科学技术体系学·马克思主义哲学》，《哲学研究》，1979 年第 2 期

② 钱学森于 1992 年 12 月 11 日会见王寿云等六人的谈话。



学、工程技术三个层次(文艺理论的层次略有所异)。与十大科学技术部门相对应,过渡到马克思主义哲学的"桥梁"是:自然辩证法、历史唯物主义、数学哲学、系统论、认识论、人天观、美学、军事哲学、社会论、地理哲学等。这十架"桥梁"分别概括了十大科学技术部门中带有普遍性、原则性、规律性的东西,即各门科学技术的哲学,因此,应把它们共同作为马克思主义哲学的内容和基石。各门科学的理论与实践都要以马克思主义哲学为指导,马克思主义哲学又要以所有科学理论的最新成果,来丰富和发展自己。

凡尚不能纳入这个体系中的、不符合马克思主义哲学的东西,或者说,还不能称其为科学的、只是一些经验性的、非逻辑性的东西,一些实际感受、直观、灵感、潜意识等都暂列在系统的外围,通过人们主动地去反复分析、鉴别、提炼,逐渐将其中一切有价值的东西汲取进来,深化、发展整个科学技术体系。因而现代科学技术体系和哲学,作为人类认识世界和改造世界的整个知识系统,它是一个开放的动态系统,随着科学的发展、社会的进步、认识的深化、智能的提高,将不断丰富、完善、日益趋近绝对真理。

现代"科学技术体系,包括了人类现在所认识到的客观世界规律的全部精华,它就是智慧的泉源。而这个科学技术体系的最高概括——马克思主义哲学难道还不是人类智慧的结晶吗?"[①]"因此结论是:要有智慧就必须懂得并会运用马克思主义哲学去观察分析客观世界的事物。这样我们就重新肯定了哲学的含义:智慧的学问。但更明确了,必须是马克思主义哲学。"[②]

2.3 揭示事物固有联系的科学分类方法

钱学森认为,客观物质世界既是统一的,又是充满矛盾的,它由纷繁复杂、不断运动变化的各种系统所组成。要想认识整个客观世界,就必须按照实际情况,分别从各个不同角度去研究,因而,科学部门的分类,也是从实际出发、以研究问题或看问题的角度之不同来划分的,它们的研究对象都是统一的、相同的,即整个客观世界(包括自然的和人为的),人既有精神活动,也是客观世界的一部分。按此标准,自然科学就是从物质在时空中的运动、物

---

① 钱学森:《智慧与马克思主义哲学》,《哲学研究》,1987年,第2期。

② 钱学森:《智慧与马克思主义哲学》,《哲学研究》,1987年,第2期。

质运动系统的不同层次、不同层次的相互关系这个角度去研究整个客观世界。社会科学是从人类社会的发展运动，即从人类社会这个开放的复杂巨系统的内部运动，以及客观世界对其发展运动的影响，这个角度去研究整个客观世界的。数学科学是研究客观世界中数量与质量的辩证统一关系的，数学的“定义、公理和逻辑都来自人的实践，即人与客观世界相互作用的经验累积。”①系统科学是从普遍存在的系统的结构与功能的观点出发，去研究整个客观世界的。思维科学则是从人脑通过思维活动，如何能够正确地认识整个客观世界，并能进行创造性的思维这个角度去展开研究的。人体科学是从人体结构和功能如何承受整个客观世界影响和作用并在其中发展和运动的角度进行研究的，以便更好地保护和发挥人体潜在的功能。文艺理论固然是以人为研究对象，但也可以说是研究整个客观世界中普遍存在的真、善、美与假、恶、丑既对立又统一的关系的。军事科学的研究目前已不限于常规武器的战争，而“是研究整个客观世界中不同集团的矛盾和斗争的”，包括商战、智力战等等。行为科学是从个人与社会的相互作用这个角度去观察和研究整个客观世界，研究如何引导和控制社会中个人的行为的。现在人的活动不但涉及整个地球，而且已经深入地下，上至天空，以至太阳系……所以，人类社会与整个客观世界密不可分，合为一个整体。地理科学侧重研究人类社会赖以生存的自然环境，是从地球与人类社会，与宇宙天体的相互联系、相互作用中，研究整个客观世界的。

钱学森的科学分类法，突破了 18 世纪林奈(Carl von Linné 1707—1778)按动物、植物、矿物外部特征的人为分类法，扩展了 19 世纪恩格斯按照物质运动形式区分自然科学各门类的方法，同时，也深化了毛泽东关于矛盾特殊性是科学研究领域划分根据的思想。由于钱学森认为各门科学研究的对象都是统一的物质世界，区分只是研究的角度不同，这就有利于揭示客观事物固有的联系，从根本上拆除了以往各门科学技术之间仿佛永远不可逾越的中界，也必然使辩证唯物主义哲学与各门科学技术内在地、紧密地熔铸在一起，构成统一、完整的现代科学技术体系。为科学与哲学的创新和发展开拓了广阔的前程。

---

① 钱学森于 1993 年 10 月 29 日给中国科学院数学物理学部的一封信。



2.4 对世界本质的深入探讨

1985 年 1 月 28 日，钱学森在一次报告中说："现在科学发展的一个重要方面就是高能物理、基本粒子。这些学问实际上是说明：我们这个世界到底是怎样的世界。从 17 世纪的牛顿力学开始，我们研究的是宏观世界，就是从太阳系到地球上的东西，如汽车、人是如何运动的，这些是对宏观世界的认识。到了 20 世纪初，特别是 20 年代末 30 年代初，发生了这么两件事：一是量子力学的出现。量子力学研究的是比分子更小的东西。分子的大小为 10^{-8} 厘米，在这个尺度以下，牛顿力学无能为力，要用量子力学。这就是从宏观到微观，宏观用牛顿力学，微观就要用量子力学。二是广义相对论的诞生。如果研究范围扩大到比太阳系还要大，如银河星系，牛顿力学也就不行了。银河星系像个大盘子，直径为 10 万光年，对这样大的范围进行研究就要用广义相对论。所以，天文学家说，宏观尺度以上，还有一个叫宇观。这样可分为三个层次，最大的是宇观，其次是宏观，最小的是微观，研究的对象分别是银河星系、山川物体和基本粒子。

随着自然科学的发展，现在发现微观世界中，物体之间有四种作用力，最初的是万有引力，稍大一些的是弱作用力，再大一些的是电磁作用力，最强的是强作用力。物理学家觉得这四种作用力太多了，于是要求建立一个完整理论，把这四个作用力统一起来，这就是大统一场论。在对这一理论的研究中，现在发现要把它们统一起来，就必须考虑一种新的作用力的场，这种新的场是英国爱丁堡大学希格斯发现的，这个场就被称为'希格斯场'。这个场极细小，远远要比基本粒子小，它的大小为 10^{-34} 厘米，所以微观不行了，需要有一个新概念，这就是微观以下的一个层次，我随便称之为'渺观'。渺观中的希格斯场恰恰又可以用来解释我们现在的宇宙是怎样形成的，这样最小和最大就联系起来了。

过去在物理学界和天文学界曾根据天文观测提出一个叫'大爆炸理论'的学说，它认为我们现在的宇宙，从望远镜观测的结果来推算，大约的尺度是 100 多亿光年。但如此大的宇宙开始时是很小的，是逐步膨胀的、'爆炸'的。这一理论过去曾碰到过问题，宇宙在爆炸的第一瞬间之前是什么东西

呢？这在哲学上解释不通，这个问题恩格斯在《反杜林论》中就提出过。现在用‘希格斯场’可以解释了，爆炸的过程是很复杂的，这不是唯一的爆炸，宇宙是无限的，这一爆炸只是宇宙的一个局部的爆炸，这样宇宙起点问题就解决了。这就不能称为‘大爆炸理论’，而要称为‘膨胀理论’。所以，在宇观之上，还有多个宇宙同时存在的问题，这是由‘膨胀理论’引起的，我给它起个名字叫做‘胀观’。”①

钱学森依据近年来物理学、天文学的成就，在“宇观”、“宏观”、“微观”之外，提出树立“胀观”与“渺观”的新思路，扩展了人们认识宇宙的视野，进一步证实了世界的物质性，从而丰富了马克思主义的宇宙观。

客观世界本身运动的规律到底是决定性还是非决定性的问题，自古以来，争论不休。钱学森认为，“决定性与非决定性是辩证统一的，这就是混沌与有序的相互关系。”“是低层次的混沌产生高一个层次的有序。”客观世界的规律是决定性的，“但由于人认识客观世界的局限性，会有暂时要引入非决定性的必要。这是前进中的驿站，无可厚非，只是决不能满足于非决定性而不求进一步地澄清。”②

由此，钱学森猜想：“微观层次的量子力学所表现出来的非决定性，实际是决定性的渺观层次中十维时空运动的混沌所形成的。本来是决定性的运动，但看来是非决定性的运动。这是因为超弦的渺观世界是十维时空，有六维在微观世界看不见，不掌握，因而有六个因素没有考虑，漏掉了，可以说是因为微观世界科学家的‘无知’，造成本来是决定性的客观世界，变得好像是非决定性的了。”③

钱学森关于“决定性与非决定性”的观点，进一步论证了世界的本质，描绘了世界的图景。

2.5 关于科技革命与社会革命的唯物史观

钱学森认为，科学革命是人认识客观世界的飞跃，技术革命是“人类在

① 钱学森：《论系统工程》，1988年，第413-414页。

② 钱学森：《基础科学研究应该接受马克思主义哲学的指导》，《哲学研究》，1989年，第10期。

③ 钱学森：《基础科学研究应该接受马克思主义哲学的指导》，《哲学研究》，1989年，第10期。

改造客观世界的斗争中技术上的飞跃。”[①]“由科学革命、技术革命又会引起经济基础的飞跃，这就是产业革命。……产业革命所引起的上层建筑和思想意识、文化领域的飞跃，便是政治革命和文化革命。”[②]

依据唯物史观，钱学森认为，从古至今人类历史上出现了五次产业革命：第一次，大约发生在一万年以前，人从采集狩猎为生，发展到开始搞种植业和畜牧业，开创了第一产业（农业……），由此引起从原始公社到奴隶社会的政治革命。

第二次，出现在奴隶社会后期，由于生产的发展，人们不仅为自己的生活、消费而生产，而且为交换而生产，出现了商品，由此引起从奴隶社会到封建社会的政治革命。

第三次，发生在18世纪下半叶至19世纪初，始于英国蒸汽机技术革命，以机器为基础的近代工业遍及欧洲，创立了第二产业（工业……）。资本主义制度逐步代替了欧洲的封建专制制度，也是一场社会革命。

第四次，发生在19世纪末到20世纪初，由于物理学的革命、电动机的发明，促进了机电、通讯、电灯、广播等的发展，生产社会化，形成国际市场，从而创立第三产业（金融、贸易……）。资本主义从自由竞争走向垄断阶段，为新的社会革命准备条件。

第二次世界大战以后，蕴育了第五次产业革命，它是以相对论、量子力学等现代科学革命为先导、由核技术、激光技术、航天技术、生物工程等一大批高新技术的发展为动力的一场信息革命，形成了第四产业（科技业、咨询业、信息业……）。全世界将逐渐构成一个整体来组织生产，出现世界一体化的生产体系和社会形态。体力劳动与脑力劳动的差别逐渐缩小。

第六次产业革命即将到来，是由生物科学技术飞跃进步所带来的生产力乃至整个社会的大变革。主要“以太阳光为能源，利用生物（包括植物、动物及菌类）和水与大气，通过农、林、草、畜、禽、菌、药、渔、工、贸的知识密集型产业的革命。”[③]它的“主战场不是在比较富裕的大城市，而是在比较贫困

---

① 钱学森：《我们要用现代科学技术建设有中国特色的社会主义》，《九十年代科技发展与中国现代化系列讲座》，1991年。

② 钱学森于1992年12月11日会见王寿云等六人的谈话。

③ 钱学森于1994年1月2日给王寿云等六人的信。

的田野、山林、草原、海疆和沙漠。"[①]因而，"其社会后果是消灭工业与农业的差别、消灭城乡差别。"[②]

21世纪相继到来的第七次产业革命，将是以人体科学为主导，带动各种科学技术飞速发展，特别是"用系统学的理论，把中医、西医、民族医学、中西医结合、民间偏方、气功、人体特异功能、电子治疗仪器等几千年人民治病、防病的实践经验总结出一套科学的、全面的医学"。[③] 真正科学而系统地建设人民体质。随着人体功能和智能的提高，加之先进科学技术的教育与设备，极大地扩展了人们的视野，人得到了改造，大智大德的全才脱颖而出，开创人的新世纪。

总之，当前我们所面临的第五次产业革命，以及在21世纪相继到来的第六次产业革命和第七次产业革命，将消灭人类历史上形成的三大差别，使人得到全面发展，叩响共产主义的大门。

"社会主义中国的21世纪，第五次产业革命、第六次产业革命和第七次产业革命结合起来，将引发一次社会革命，新的一次社会革命。"[④]

2.6 新的社会历史观——"世界社会形态"

人类社会如何从原始社会、奴隶社会、封建社会、资本主义社会，这种仅限于一个国家、一个地区的社会形态，过渡到共产主义社会，这种全世界一体化的社会形态，实现世界大同？钱学森提出了"世界社会形态"模式。

他说："自从19世纪末期国家垄断资本主义的出现和第四次产业革命，使帝国主义横行全世界，搞殖民主义，但这是一方面。另一方面，世界经济走向一体化，也唤醒了殖民地的人民群众；同时又在比较不发达的地区实现了社会主义国家。因而从19世纪末期到20世纪中叶是世界经济一体化的过渡时期。经济是社会的基础，所以这个时期又是世界社会的形成时期。"

社会发展，"从分到合，合中又有矛盾斗争。人类历史已出现过多次，从部落到邦国，又从邦国诸侯到统一的国家"。今天我们正面临第五次产业革

① 《迎接第六次产业革命——钱学森关于发展农村经济的两封信》，《光明日报》，1993年2月19日。
② 钱学森于1994年1月2日给王寿云等六人的信。
③ 钱学森于1994年1月2日给王寿云等六人的信。
④ 钱学森于1994年1月2日给王寿云等六人的信。

命;世界经济更紧密地联为一体。“全世界有近200个独立国家和地区,现在已有184个独立国家参加了联合国组织。谁也不能完全孤立在这个世界上。”“世界已逐渐形成一个大社会了,哪个国家也不能闭关自守,闭关自守只会落后。世界一体化,经济、文化交往频繁。但这只是事物的一个方面;另一方面,国家政体不同:有资本主义,国家垄断资本主义,还有在资本主义制度以前的国家,但又有社会主义的中国等。国家又分发达国家与发展中国家,即‘南’与‘北’之分。是世界一体,又多极分割,矛盾斗争激烈。这是过渡到人类大同的共产主义世界的必经阶段。”[①]与这个阶段相应的世界社会形态,将是继资本主义社会形态之后,实现共产主义社会之前,一种过渡性的社会形态。它将逐渐打破地区、国家的界限,日益促进全世界政治、经济一体化。为实现共产主义社会,走向世界大同,奠定物质、精神、文化的坚实基础。

2.7 整体观与大成智慧学

钱学森晚年仍怀着对祖国人民的挚爱深情,为哲学与实践的结合殚精竭虑。他以马克思主义哲学为指导,继承和发扬了中国古代哲学的精华——整体观,并在总结半个世纪以来社会主义建设的经验教训、汲取现代科学技术特别是系统科学最新成果的基础上,赋予整体观以鲜明的科学性与实践性。强调“要从整体上考虑并解决问题”[②]。

钱学森的整体观不是主观随意的猜测和虚构,而是与现代科学技术体系熔铸在一起的。他认为,要想真正把握事物、特别是复杂事物的整体,得到对它的全面、正确的整体观,就必须运用辩证唯物论和现代科学技术体系的知识,甚至许多还不能称其为科学的点滴感受和经验,才能科学地研究和反映客观事物的全貌。他把这套方法称为“大成智慧学”,“集大成,得智慧”。

建立在现代科学技术基础上的“大成智慧学”打开了创新求索的道路。在科学研究中,运用广博的知识触类旁通,从事物整体关系的“形象”上,抓

① 钱学森于1992年12月11日会见王寿云、于景元、戴汝为、汪成为、涂元季、钱学敏时的谈话。

② 钱学森:《要从整体上考虑并解决问题》,《人民日报》,1990年12月31日。

住事物的机理，才易于创新，“跨度越大，创新程度也越大。而这里的障碍是人们习惯中的部门分割、分隔，打不通。而大成智慧学却教我们总揽全局，洞察关系，所以能促使我们突破障碍，从而做到大跨度的触类旁通，完成创新。”

理论联系实际是马克思主义哲学的基本原则，也是钱学森哲学思想的特点和红线，他具有非凡的想象力，又极善于严谨而科学地使之付诸实践。20世纪80年代初，钱学森及其合作者对如何克服以往“还原论”之不足，运用大成智慧学，获得对复杂事物的整体观，提出了一套切实可行的方法，即“从定性到定量的综合集成法”。其实质是把各方面有关专家的知识和经验、各种类型的信息和数据与计算机的软硬件有机地结合起来，构成一个人-机结合的系统，对事物反复进行定性与定量的分析与综合，发挥综合的、整体的优势，从而找出从总体上观察和解决问题的方法。亦称“大成智慧工程”(Metasynthetic Engineering)。

10年来，钱学森所倡导的建立社会主义建设的总体设计部，是他整体观的体现和运用。总体设计部以马克思主义哲学为指导，以现代科学技术体系为基础，采用“从定性到定量综合集成研讨厅体系”(Hall for work shop of Metasynthetic Engineering)的人-机结合方式进行工作。这个研讨厅体系汇总了下列成功的经验和各种高新技术：“①几十年来世界学术讨论的Seminar[①]；②C^3/I及作战模拟；③从定性到定量综合集成法；④情报信息技术；⑤‘第五次产业革命’；⑥人工智能；⑦‘灵境’；⑧人-机结合智能系统；⑨系统学；⑩……”[②]加之利用多媒体技术(multimedia technology)、信息网络、遥作学(telescience)等，提供如同真实事物变化的情景，“使人感受到从前不能感受到的东西：大至宇宙，小至分子、原子，人都能审视感触！”这样，使工作者不仅可以集古今中外智慧之大成，扩大人的眼界、认识的深度与广度，而且必然迫使人们更新思维方式，创造性地从整体性、系统性、动态性上，把握自然、社会中的复杂事物，找出科学、民主决策的最佳方案，避免少

① 这是国外一切成功的学术研究团体所采用的集体讨论形式。讨论时发扬民主，参加者围绕中心议题各抒己见，直言不讳，互相纠正，互相启发。讨论终结时，主持人做小结，讲清这次讨论明确了什么，还有什么问题有待以后探讨。

② 钱学森于1992年3月2日给王寿云的信。



数人说了算，或开个会议一议就定案的局限性与片面性。从思维方式来看，这是把形象思维与逻辑思维、性智与量智、科学与经验有机地结合起来，因而易于准确地把握事物的现象与本质、微观与宏观、部分与整体，把民主集中制原则、唯物辩证法贯彻到底。

整体观和总体设计部（或称大成智慧学和大成智慧工程）不仅是党和国家决策的参谋和咨询机构，也是我们研究解决任何复杂性问题的思想方法和工作方法。它能最有效地避免唯心主义、形而上学，激发出智慧的灵光，其意义深远，是钱学森晚年对马克思主义哲学的实际运用与重大发展。

本文曾发表于：

《北京大学学报》（哲学社会科学版）1994 年第 4 期

方克立、王其水主编：《20 世纪中国哲学》（上）华夏出版社 1995 年 3 月版



第 3 章 钱学森论科技革命与社会革命

钱学森近 20 年来，反复强调要在我国建立“社会主义建设的总体设计部”，从整体上考虑并解决问题。他汲取当代科技革命尤其是系统科学的最新成果，提出采用“大成智慧工程”作为这个科学民主决策咨询部的组织形式和工作方法，使之切实可行。这是他对祖国和人民的又一重大贡献。

3.1 当今世界发展的主流

我们习惯于从战争与和平的角度来观察、评论世界社会发展的主流与趋势，今天有了新的变化。第二次世界大战以来，战争虽从未间断，但是帝国主义的侵略战争屡遭失败，核武器的发明及其巨大的破坏力使核大战的结局无胜负可言，改变了人们关于战争的传统观念。同时，各国人民反对战争、争取独立、争取民主的力量势不可挡，维持和平成为国际社会的主要任务。因此，从长远看，世界核大战有可能避免。但是，发达国家相互之间，



图为钱学森荣获“国家杰出贡献科学家”荣誉称号和一级英雄模范奖章



发达国家与发展中国家之间等的利益冲突并没有消失，不少国家的民族矛盾、领土争端、宗教纷争等等，仍接连不断，烽烟四起。否认矛盾、否认战争，也就无法制止战争、争取和平。而没有世界和平，就不可能有世界各国经济与社会的发展。

从世界经济与社会来看，二战后，几个主要帝国主义国家的经济仍发展比较迅速。他们为了适应和对付变化了的环境，对资本主义生产关系进行了调整。跨国公司、国家垄断资本主义进一步发展起来，福利国家的各种政策与措施广泛推行，借以解决生产力高度社会化、国际化与生产资料私有制的矛盾，从而使生产力得到较为充分的发展。西欧和日本经济增长速度较快，美国经济上的优势虽逐渐丧失，但在政治、军事上仍推行霸权主义。发展中国家在前进过程中尽管遇到不少阻力，但有些国家和地区，如中国、"亚洲四小龙"等，近年来经济增长很快，开始腾飞。

值得注意的是，各国经济发展与世界市场经济更紧密地联在一起。出口导向型经济发展竞争加剧，"贸易战"、"世界产业间谍战"日趋激烈。主要发达资本主义国家重新划分经济势力范围，形成区域性经济集团联盟：美洲自由贸易区、欧洲经济联盟、亚太经济贸易区等，改变着世界格局与力量对比。

与此同时，全世界目前有近 200 个独立国家和地区，其中已有 184 个独立国家参加了联合国组织，谁也不能完全孤立在这个世界上。钱学森认为，"世界已逐渐形成了一个大社会，哪个国家也不能闭关自守，闭关自守只会落后。世界一体化，经济、文化交往频繁。但这只是事物的一个方面，另一方面，国家政体不同：有资本主义、有国家垄断资本主义，还有在资本主义制度以前的国家，但又有社会主义中国。国家又分发达国家与发展中国家，即'南'与'北'之分。是世界一体，又多极分割，矛盾斗争激烈。这是过渡到人类大同理想社会的必经阶段。"与这个阶段相应的社会形态，将是继资本主义社会形态之后，实现共产主义社会之前，一种过渡性的社会形态——可称之为"世界社会形态"。它将逐渐打破地区、国家的界限，日益促进全世界政治、经济一体化。为实现共产主义社会，走向世界大同，奠定物质、精神、文化的坚实基础。

令人深思的是，目前，科学技术对社会经济发展的决定性作用日益显露

出来。第二次世界大战的战败国——日本和德国40多年来，由于较早地转入发展电子信息技术等高科技产业，已成为仅次于美国的经济大国，并积极谋求政治大国地位。美国为了争霸世界，1983年实施“星球大战”计划，刺激了国内高科技的发展。英法于1985年提出西欧各国联合起来，共同搞高科技的和平利用，名为“尤里卡计划”。亚洲“四小龙”等一些新兴工业化国家和地区也在高科技的浪潮中扬帆起航。中国近年来加紧对高科技的研究、推广、运用，“863”、“火炬”、“攀登”等计划的实施与显著成效，为我国跟踪、掌握世界最先进的高科技并进行开发应用，打下了基础，创造了条件，用高科技进行社会主义建设，推动我国社会经济的发展。

由此，不难看出，社会的发展，当前国际间以经济为基础的综合国力的较量，实质上是科学技术的发展与较量，这是一场无硝烟的“科技战”、“智力战”。另一方面，军事力量也走向高技术化。因此，纵观全局，邓小平同志关于“科学技术是第一生产力”的论断，是历史的总结，是对唯物史观的深化与发展。科学技术已成为改变整个世界的主导力量，新的科技革命正在变革我们的思维方式，塑造我们的时代精神，促进新的世界社会形态的形成，这就是当今世界发展的主流和趋势。

3.2 科学革命与技术革命

为认清我们所面临的这场新的科学革命与技术革命，首先要明确科学与技术的含义、科学革命与技术革命的发展史及其相互关系。

3.2.1 科学与科学革命

什么是科学？中外名家认识不一，有的认为，科学是“由人类的想象力构想出的广阔领域的系统性概念化结构……”[①]；有的认为，“科学是精神文化中最重要的成份，是人类认识的高级形式，是不断发展的各种知识体系……”[②]；还有人认为，科学主要是指自然科学，关于社会科学的许多理论，很难说是一门科学。著名科学家钱学森根据现代科学发展状况，主张树

① 《简明不列颠百科全书》第4卷版，1985年版，第720－721页。

② Философская энциклопедия, Москва, 1964, стр. 562－563.



立大科学观，他常说："马克思主义哲学认为，客观世界是不以人的意志为转移而存在的，人首先要认识客观世界，才能进而改造客观世界。从这一基本观点出发，认识客观世界的学问就是科学，包括自然科学、社会科学等等。"这说明科学不是凭空想象出的概念化结构，不是纯粹的精神文化。科学概念与理论来自实践，其形式是主观的、内容则是客观的；同时，科学既是人认识客观世界的学问，当然就不是人对客观世界的感性认识、零星经验，而是正确反映客观事物、事件的理性认识和系统知识。

而且，随着人的认识不断发展与提高，从相对真理日益接近绝对真理，科学所涵盖的领域将愈趋广阔，永无止境。钱学森认为，目前至少形成了十大科学部门：自然科学、社会科学、数学科学、系统科学、思维科学、人体科学、文艺理论、军事科学、行为科学、地理科学等。这十大科学部门的划分法与18世纪林奈的科学分类法有所不同，它不在于各学科研究对象之不同，而在于研究问题或看问题的角度之不同。十大科学部门研究的对象都是统一的、相同的，即整个客观世界（包括自然的和人为的），人既有主观精神，也是客体，是客观世界的一部分。

从不同角度来看，自然科学就是从物质在时空中的运动、物质运动的不同层次、不同层次的相互关系等方面去研究整个客观世界；社会科学是从人类社会的发展运动，即从人类社会内部运动以及自然界对人类社会发展的影响等方面去研究整个客观世界的；思维科学则是从人脑通过思维活动，如何能够更正确地反映整个客观世界，并能从有所创新的角度去展开研究的；地理科学是研究人类社会赖以生存的环境，着重从地球与人类社会、宇宙天体的相互联系、相互作用中研究整个客观世界的……等等。

什么是科学革命？一切事物都在不断发展变化，但不是平稳的，有时发展慢，或者暂时静止不动，甚至倒退；有时发展快，发生质的变化，形成飞跃，这种飞跃通常称之为"革命"。科学革命就是人认识客观世界的飞跃。在科学发展史上，人对客观世界认识的过程中，彻底推翻旧的认识，或扬弃过去的观点，建立新的认识、新的观点，实现认识上的飞跃，这种科学革命的事例是很多的。1543年，哥白尼推翻托勒密的"地心说"，提出"日心说"，经过开普勒、牛顿的观察和论证冲出了神学束缚，完成了天文学革命。1838年，施莱登、施旺的细胞学说经过达尔文的考察与综合，1859年发表《物种起源》，

阐述了生物进化论，这对于神创论、物种不变论来说，是人类对生物界认识上的大飞跃。20世纪初，量子力学和爱因斯坦的相对论打破了牛顿经典物理学的传统观念，使人们的认识从宏观深入到微观领域，从低速运动规律上升到高速运动规律，实现了物理学的革命。1953年詹·沃森和弗·克里克发现脱氧核糖核酸(DNA)，使遗传学、分子生物学获得重大成果，从认识细胞的层次进入到基因的层次，是生物科学的革命。

科学革命既包括人对自然界认识上的飞跃，也包括人对社会认识上的飞跃，19世纪中叶，马克思的两个伟大发现：唯物史观和剩余价值学说，就是社会科学的一次革命，它揭示了历史发展的根本动因和资本主义剥削的秘密。

系统科学的创立是现代的一场科学革命。量子力学、相对论、分子生物学等科学革命促进各门科学蓬勃发展，互相渗透，日趋整体化，加之统计力学、电子计算机技术的应用，使人们有可能找到从微观至宏观的通道，弄清局部与整体的关系，找到解决复杂性问题的方法。系统科学正是在汲取、综合当代科学最新研究成果和实践经验的基础上，于20世纪70年代末，由中国科学家钱学森开始建立起来的。

他明确提出了系统科学的研究对象与体系结构。认为系统科学主要研究普遍存在于客观世界的各种系统的结构与功能。系统科学作为一门独立的科学与其他九大科学部门并列，它的体系结构已比较清楚，分为工程技术、技术科学、基础科学和哲学四个层次：①实际工作中的各项系统工程，如农业系统工程、通讯技术、自动化技术等属系统科学的工程技术；②信息论、控制论、运筹学等属系统科学的技术科学；③系统学是系统科学的基础科学，它是运用辩证唯物论的观点，在总结系统工程实践经验的基础上，汲取运筹学、控制论、信息论，以及一般系统论、耗散结构论、协同学、超循环理论等的合理内核，加以充实、提高，进行科学地综合而建立起来的，主要揭示各种系统的层次、结构、演化、协同、控制及其发展的规律；④系统论是系统科学的哲学概括，它总结出系统科学中具有普遍意义的原理、原则、一般规律和方法，是系统科学通往马克思主义哲学的桥梁，指导系统科学的发展并丰富、发展辩证唯物主义哲学。

关于系统类型理论。根据组成系统的层次、结构、状态，系统分为简单



系统、复杂系统、巨系统、开放的复杂巨系统等类型。近年来，钱学森及其合作者又以开放的复杂巨系统理论和从定性到定量的综合集成技术(Meta-synthetic Engineering)，丰富了系统科学的内容。所谓开放的复杂巨系统是指：①系统本身与周围环境有物质、能量、信息的交换；②系统包含的子系统很多，成千上万，甚至亿万以上；③子系统的种类繁多，成百上千，甚至过亿；④整个系统到子系统之间还有许多层次。例如，人脑系统、社会系统、宇宙系统等，都属开放的复杂巨系统。

如何解决开放的复杂巨系统的问题呢？由于这种系统从可观测的整体系统到子系统，层次很多，中间层次的一些状态有的又不是很清楚，以往还原论的方法已不完全适用，只能运用从定性到定量的综合集成法，充分发挥专家群体的智慧，结合利用电子计算机、情报信息网络、模拟、仿真、灵境技术等，对已获得的初步的定性认识和数据，进行反复计算、研讨、设计、实践，把科学理论与实践经验、逻辑思维与非逻辑思维、宏观与微观结合起来，从多方面的定性认识，逐步上升到臻于精确的定量认识。这样，努力集古今中外智慧之大成，达到对客观世界中开放的复杂巨系统的全面、正确的反映，找出最佳解决方案与决策，发挥系统的整体优势和综合优势。

系统科学的创立，它的整体性、系统性、战略性的思维方式和从定性到定量的综合集成法，将对整个现代各门科学技术及其体系的发展，以及现代化建设产生不可估量的巨大推动作用，是人类认识史上又一次新的飞跃，科学发展史上又一次重大发现与革命！

3.2.2 技术与技术革命

什么是技术？马克思认为技术是人与自然的中介，是"人对自然的能动关系，人的生活的直接生产过程。"[①]到了20世纪后半期，技术一般被定义为："人类改变或控制客观环境的手段或活动。"[②]后来，我国也有科学家提出："技术是人们已经了解或还不了解其原理的制造生产工具的方法。"钱学森汲取自古以来人们对技术的传统理解和马克思关于技术的思想，结合当

① 《马克思恩格斯全集》第23卷，第410页。

② 《简明不列颠百科全书》第4卷，第233页。

代科学技术发展的特点，于70年代末，提出改造客观世界的学问是技术[①]。

钱学森这一简明的技术定义与以往技术定义的区别在于：①它突出强调了技术是一种学问，是人类如何改造、控制、利用客观世界，达到自己预想目标的系统知识（包括有价值的感性经验），是主观对客观相对正确的反映；②技术知识来自人们对客观世界能动地改造（实践）活动，但不是活动本身，不是单纯的中介和手段；③人们在劳动生产过程中，所使用的工具、设备等等是技术这门学问的物化，不是技术的本质，因为当你拥有一套机器设备时，并不等于你拥有了其全部技术，只有你掌握了这套机器的全部理论和技术知识，并能将其制造出来，你才算真正拥有了它的技术。

钱学森关于技术的定义丰富了辩证唯物主义认识论。它把人们认识世界和改造世界这本来就不可分割的同一过程的两个方面，从认识与实践的高度上，内在地统一起来了。认识世界的学问是科学，改造世界的学问是技术，技术更接近于实践。这就使人们更清楚地理解，为什么技术的发展必然以科学为基础、为指导，而科学的发展也必定离不开技术的实践和成果。

因此，技术范畴含义广泛，它不仅包括与自然科学相对应的各门技术科学和工程技术，如土木建筑、计算机技术、航天技术等，而且包括社会科学的各种应用科学，如法治系统工程、行政管理学等。

关于"技术革命"的概念在我国是毛泽东同志于1967年首先提出来的，他指出："技术革命指历史上重大技术改革，例如用蒸汽机代替手工，后来又发明电力，现在又发明原子能之类。"[②]据此，钱学森把技术革命定义为："人类在改造客观世界的斗争中技术上的飞跃。"[③]社会主义文明离不开技术，在人类文明史上，有过多次伟大的技术革命：从原始人发明摩擦取火开始，到蒸汽机的发明、电力机的发明、原子能技术的发明以至当今电子计算机的发明、航天技术、生物技术等的最新成就，都是新的技术革命。

近年来，钱学森对于行之有效的从定性到定量的综合集成法，提出了具体应用形式，即汇总诸方面科学理论和成功经验，建设从定性到定量综合集成的研讨厅体系，简称"大成智慧工程"。通过这一工程不仅能把极为复杂

① 钱学森：《社会主义现代化建设的科学和系统工程》，1987年。

② 钱学森：《社会主义现代化建设的科学和系统工程》，1987年，第75页。

③ 《九十年代科技发展与中国现代化系列讲座》，1991年。

的实际事物的各个方面综合起来,而且能把人的思维成果,人的知识、智慧以及各种情报、资料、信息统统集成起来,目的是为了解决开放的复杂巨系统问题。这是按照唯物辩证的认识论,结合现代的系统工程和大家的实践经验发展起来的。运用大成智慧工程研讨问题和工作,是研究方法和工作方法上的大飞跃,它将使人类比过去更聪明,认识能力大大提高,人脑功能发生新的变化,实现智能革命,进入人类历史的新阶段。因而"大成智慧工程"是一场了不起的技术革命。

3.2.3 科学革命与技术革命的关系

科学革命与技术革命的关系日趋紧密。人类在远古时代,生产力低下,生产经验有限,如果说火的发现与使用、铁的冶炼与制造算是最初的技术革命,那么,当时还无所谓科学理论和科学革命。

随后一段相当长的历史时期内,科学与技术的发展虽然很难截然分开,但科学革命与技术革命也不都是孪生兄弟。科学的初步预想与发现大多来自奴隶主贵族、封建士大夫阶层的知识分子,而技术的革新与发明大多出自能工巧匠之手,例如古希腊曾创立了灿烂的科学文化:德谟克利特的原子论、欧几里德的几何学、阿基米德的杠杆原理……等等,但其技术革新并非与之一一对应;又如中国古代虽然也有不少近于科学的设想、预见和成就:"阴阳说"、"五行说"、《易经》、《黄帝内经》、《九章算术》等,但从整体上来看,尚未达到相当高度,而中国古代某些工业技术、工程技术,如制造瓷器、指南车、木船,建造万里长城、都江堰、赵州桥等等这些卓越的成就至今仍为世人赞叹不已。

16 世纪欧洲文艺复兴以后,才产生了现代含义的科学(即人对客观世界的理性认识)和科学革命。直到 19 世纪自然科学在天文学、地质学、物理学、化学、生物学等方面相继实现了科学革命,冲破了宗教神秘主义和形而上学的自然观,产生了唯物辩证的世界观,这是一大进步。但是科学与技术的关系还不是自觉地结为一体,当时工程师和技术师们仅受过一点技校教育,虽然他们在进行技术革命时,也必须运用某种科学革命的成果,但主要是从生产实践和科学实验中锻炼出来的。

直到 19 世纪下半叶,几个先进的资本主义国家为了发展经济,开始重

视科学与技术的结合，把认识世界的成果，尽快地变为改造客观世界的能力。拿破仑首先在法国建立了第一个培养较高水平的军事工程师的专门学校；美国麻省理工学院于19世纪70年代建立起来；德国成立了高等技术学院；英国也成立了工程学院。在这些工程学院中，一、二年级学习数、理、化等基础科学知识，三、四年级学习专业工程技术，最后的毕业论文要求能够运用科学理论解决工程技术领域中一两个实际问题。由此，科学革命与技术革命逐渐联结在一起。

20世纪以来，科学发展日益"成为生产财富的手段，成为致富的手段[①]"，成为直接生产力。人们更加注重将科学革命的成果迅速促进技术革新，变为巨大的生产力。从而在科学与技术之间，涌现出一个中间层次——技术科学。它概括了工程技术中的普遍原则和规律，是解决各门科学如何准确、便捷地应用到实际中去的学问。比如，应用力学就是一门技术科学，它采用了物理学、数学中的基本理论，面向工程技术，是力学在土建、机械、航空、水利以至气象等方面的应用。半个世纪以来，由于各门技术科学的建立，才使科学革命与技术革命结下不解之缘。技术革命推动科学革命的发展，科学革命为技术革命指明方向，成为新技术革命的先导。

钱学森亲自参加和经历了20世纪许多重大的科学革命与技术革命，他总结一百多年来的历史经验与教训，于70年代末提出，今天的科学技术发展已逐渐形成了一个包括科学的社会科学在内的现代科学技术体系。这个体系大致包括十大科学部门（自然、社会、数学、系统、思维、人体、文艺、军事、行为、地理），每一科学部门按照是直接改造客观世界，还是比较间接地改造客观世界的原则划分为：应用技术（或称工程技术）、技术科学、基础科学、哲学四个层次（文艺理论的层次划分略有其特点）。各个科学部门通过各自的桥梁（该学科的哲学概括）与马克思主义哲学——辩证唯物论相通，共同构成马克思主义哲学的基石。这些桥梁分别是：自然辩证法、历史唯物论、数学哲学、系统论、认识论、军事哲学、社会论、人天观、地理哲学、美学等。马克思主义哲学作为人类智慧的结晶，它扎根于科学技术中，以人的社会实践为基础，并对科学技术的发展从世界观、方法论上起着重要的指导作用。

① 《马克思恩格斯全集》第47卷，第570页。

现代科学技术体系是一个开放的矩阵式纵横交错的复杂巨系统，凡尚不能纳入这个体系中的、不符合马克思主义哲学的，或者说，还不能称其为科学，只是一些经验性的、非逻辑的东西，一些实际感受、直观、灵感、潜意识等，都暂为系统的外围，通过人们主动地去反复分析、鉴别、提炼，逐渐将其中一切有价值的东西汲取进来，丰富和发展整个科学技术体系。因而，现代科学技术体系，作为人类认识世界和改造世界的整个知识系统，它是个动态巨系统，随着科学的发展、社会的进步、认识的深化，将不断丰富、完善、日益趋近绝对真理。任何一项科学上的重大突破，必然孕育着一系列技术革命的诞生，而当今高新技术革命浪潮，又将卷起一场新的科学革命。我们应树立现代科学技术体系新观念，在科技革命的大潮中，逐浪前行！

3.3 产业革命和产业

什么是产业革命？当前对科学革命、技术革命和产业革命的关系认识不一。前苏联一些学者只提“科学技术革命”，很少强调由此引起的产业革命；美国有些未来学派的学者，把今天的科技革命和产业革命笼统推入“第三次浪潮”，未作具体分析；我国有些学者惯于沿用“工业革命”一词和传统的历史划分方法。从外文来看，“Industrial Revolution”译为“工业革命”、“产业革命”皆可，但从中文来看，“产业”比“工业”的外延和内涵都更广泛一些，它不仅包括工业，还可以包含农业、林业、交通运输等。马克思、恩格斯最早就是在这广泛意义上使用这一概念的[①]。

根据马克思、恩格斯关于科学技术革命对生产力发展、生产关系变革以至整个社会革命具有重大影响的思想和邓小平关于“科学技术是第一生产力”的理论，钱学森认为：“科学革命是人认识客观世界的飞跃，技术革命是人改造客观世界技术的飞跃。而科学革命、技术革命又会引起全社会整个物质资料生产体系的变革，即产业革命。在今天，科学革命在先，然后导致技术革命，最后出现产业革命。”[②]

---

① 恩格斯：《英国状况・十八世纪》，《马克思恩格斯全集》，第1卷，第670－676页。《英国工人阶级状况》，《马克思恩格斯全集》第2卷，第281,295,300页。

② 钱学森：《我们要用现代科学技术建设有中国特色的社会主义》，《九十年代科技发展与中国现代化系列讲座》，1991年。

按照这种观点，钱学森认为，从古至今在人类生产发展的历史上，依次出现了五次产业革命：第一次产业革命大约发生在一万年以前，原始社会末期，火的发现与使用，使人从采集、狩猎为生，发展到开始从事农业、畜牧业，亦即形成第一产业——农业、林业、渔业、畜牧业、采石、采矿等；第二次产业革命大约是公元前 1 000 年左右，奴隶社会后期，铁器的制作与使用，使农业、畜牧业、林业、手工业都得到很大发展，出现了商品和商品交换；第三次产业革命，发生在 18 世纪下半叶至 19 世纪初，始于英国蒸汽机技术革命，以机器为基础的近代工业遍及欧洲各国，创立了第二产业——工业制造业、纺织工业、建筑业等；第四次产业革命，发生在 19 世纪末至 20 世纪初，由于物理学的革命、电磁理论的建立、电动机的发明，促进了电机制造、电灯、通讯、广播等的发展，生产社会化，形成了国际市场，从而创立了第三产业——银行、金融、保险、投资、贸易、交通运输业等。

第五次产业革命是从第二次世界大战以后开始，直至今天。由于相对论、量子力学、天文学等科学革命，首先推动了军事科学的发展，原子能、雷达、通讯、航空航天等许多新兴工业出现，特别是近年来，电子技术引起了信息革命，促进了核技术、航天技术、激光技术、生物工程、新材料、新能源等一大批高新技术的发展。科学技术成为提高生产力的决定性因素。第四产业——科技业、咨询业和信息业等应运而生。科学技术业的主要任务是：组织科技力量，建立各种科技专业公司，创造条件，发挥群体智慧，有效地开发各种新技术；建立各种综合系统设计中心，将新技术迅速应用到生产中去。使基础应用研究—应用研究—设计试验试制—生产等实现一体化。当前，各国第五产业——文化业（文化市场业）、旅游业正在兴起。

21 世纪即将迎来的是第六次产业革命。这是由生物科学技术飞跃进步带来的生产力乃至整个社会的大变革。主要是利用太阳能和生物工程发展高度知识密集型的农业产业：包括种植农业（植物工厂）、林业、草业、海业、沙业等。它的主战场不是在富裕的城市而是在贫困的田野、山林、草原、海疆、沙漠。因而，第六次产业革命将为消灭三大差别，实现共产主义理想社会创造条件。

由此可见，所谓产业，不是指私有土地、房屋、工厂等财产，而是指由于科技革命推动生产力发展，使得社会生产在某一方面迅速繁荣起来，影响到



社会经济生活的各个方面所形成的一种生产性的企业或组织。今天,产业都是面向市场的,钱学森强调:"在市场经济中的产业,是要用经济效益来衡量其运行结果的。社会活动中还有另一方面,即事业。事业是国家在宏观上调控市场经济的各种工作,它包括:党、政、军、教育、文化管理、群众团体等。事业不是产业,所以不能搞'翻牌公司'。"

产业是一定历史阶段的产物。不同历史阶段,形成不同产业。一百年前,马克思和恩格斯生活的时代,科学技术发展虽已胜过历代,但还不可能像今天这样,兴起一种科学技术业。由此可见,所谓第几产业,并不是排定它在国民经济发展中的地位和重要性,而是表述一种影响整个社会经济运行、生产发展的产业,在人类历史上形成的先后。随着社会生产的发展,还将会出现新的产业。那种用"第三产业"包罗万象的办法,恐怕已不适时宜了。

3.4 政治革命和文化革命

在任何社会里,上层建筑虽然对经济基础可以产生强大的反作用,但是,归根结底还是经济基础决定上层建筑。这是几千年来的历史事实。马克思也曾认为,"经济革命之后,一定要跟着政治革命,因为后者只是前者的表现而已[①]"。因此,我们不得不注意到,在产业革命即经济社会形态发生变革的同时,引起了政治革命即政治社会形态的变革和文化革命即意识社会形态的变革。只有如此,才能从整体上真正理解社会革命的内容及其历史作用。

政治革命主要是指,由于产业革命引起的社会政治制度、政治体制、法制与法治、基本国策等的重大变革。如人类从采集自然界现成的食物充饥,发展到自己搞畜牧、种庄稼,实现第一次产业革命以后,原始公社的政治体制也就随之解体,代之以适应新生产力发展水平的奴隶制,采用君主专制制、贵族共和制等政治制度与体制,相对于原始公社来说,奴隶制的出现就是一场政治革命。

同样,18世纪的西欧,由于蒸汽机的发明与使用,生产大发展,生产关

---

① 李卜克内西:《忆马克思》,1973年,第35页。

系也发生很大变化，出现第三次产业革命，它推动了资产阶级革命的胜利，以资本主义的君主立宪制、民主共和制等政治制度和体制、资产阶级的基本国策、法制与法治，代替了欧洲的封建君主专制制度、封建地主阶级的基本国策、法制、法治等，也是历史上的政治革命。

到了19世纪末、20世纪初，由于电力普遍应用于发展生产，形成了第四次产业革命，它促使资本主义从自由竞争走向垄断阶段，在政治方面固然引出了许多反动、腐朽的东西，如列宁在《帝国主义是资本主义的最高阶段》一书中所言。但是，也不能否认，帝国主义为适应世界市场经济发展的需要，不得不努力采用新技术、改进生产管理，使之更加社会化、国际化，以促进生产的发展，这也为向更高级的社会主义制度过渡准备了条件。列宁后来也说过，国家垄断资本主义“是社会主义的入口”[①]。预示社会主义必将代替资本主义，实现新的政治革命。

在阶级社会里，政治革命的主要内容和形式是阶级斗争、暴力革命，这种历史观不无道理。但是，更重要的是观察、分析一个社会的阶级关系与阶级斗争，必须与当时该社会的生产水平、科技发展状况以及产业革命联系起来，才能真正弄清什么是阻碍生产发展、科技进步的阶级势力和体制，必须进行改革；什么是代表有利于生产发展、科技进步、人民利益的阶级力量和体制，必须依靠和弘扬。舍此，高谈阶级、阶级斗争与社会革命是毫无意义的。

社会主义社会由于旧体制的束缚、陈规陋习的影响，也可能出现严重阻碍生产力发展的现象，必须不断进行改革，改革也是一场革命，也是解放生产力。邓小平同志指出，改革是“中国的第二次革命”，并提出一整套建设有中国特色的社会主义理论，为改革指明方向。我们近年来，除了进行经济体制改革，建立和完善社会主义市场经济体制以外，政治体制改革也正在进行：完善人民代表大会制、多党合作制、政治协商制，努力发展民主政治。进行行政管理体制和政府机构的改革，转变职能、精兵简政、倡廉反腐，反对官僚主义、不正之风。同时，将政企分开，便于政府发挥领导作用，统筹规划、掌握政策、信息引导、组织协调、提供基础设施和资金、进行监督检查和管理

① 列宁：《国家与革命》，《列宁全集》第25卷，第349页。



等等。尤其重要的是制定法律和法规，严格规范人们的社会行为，保证高科技和社会主义经济建设顺利发展。这都是当前我国政治革命的重要内容。

科学技术革命在人类历史上不仅促进过社会经济结构、政治体制的大变革，实现产业革命和政治革命，而且随之而来的必然是一场文化革命（真正意义上的），推动着人类精神文明向更高的境界发展。

我国古代自文字出现以来，曾以甲骨、石板、石壁、竹片、绢帛等为媒体，记录和传播人类珍贵的思想和文化，至今在博物馆和各地仍可见到。而造纸术和印刷术的发明，使成书比过去容易，因而人们的生产经验、文化艺术、思想观点得到较为广泛的流传，但是成书速度并不是很快。今天，由于普遍采用电子、激光技术、电脑打字、激光照排的快速印刷，为普及文化、传播科学技术，创造了理想的条件。

教育是创造精神文明的基础。当今的电子信息技术也促进了教学方法、设备上的革新，采用电子计算机、录音机、录像机、语音听力设备以及电视、卫星等进行多种方式的教学，生动、具体、真实，教学质量明显提高。学生不仅可以在学校学习，还可以通过这些先进的设备，坐在家里学习，大大提高了教学质量，加大了教育普及的范围与速度。

新的科技革命不仅使科学与技术融为一体，而且日益深入地揭示了科学领域之间的内在联系，形成了许多新的学科，或称交叉科学，这也促使科学研究、教学内容不断更新，增加新内容，步入新领域。通过电子信息技术快速、广泛的传播，知识生产已社会化，进入了“知识爆炸”的时代，情报信息如潮，每五年科技知识就有较大的更新和飞跃。这就促使教育不仅传授知识，还应培养学生的创造性和实际能力，注重在职教育、继续教育及教育管理体制的改革。

新的科技革命孕育着新的世界观、新的思维方式。思维方式是人类认识的形式、方法和程序，它反映了人们对客观世界认识的程度，是人类科学文化素质总的体现。在科学技术发展史上，几乎每个具有广泛影响的思维方式，都打着当时科技成果的深深烙印。17 世纪牛顿力学体系的建立，推动了自然科学的发展，也使机械论的思维方式广为流传。19 世纪三大发现（细胞学说、能量守恒与转化定律、进化论），才使马克思、恩格斯在总结社会革命经验的基础上，批判继承德国古典哲学，最终形成辩证唯物论的世界观

和方法论。正如恩格斯所说："随着自然科学领域中每一个划时代的发现，唯物主义必然要改变自己的形式。"[①]

第五次产业革命的浪潮对我们的世界观和思维方式有哪些冲击与启示呢？仅从我国改革开放15年的历程来看，在我们思想意识上，确实发生了很大的变化。从"以阶级斗争为纲"，到"以经济建设为中心"，再到认识"科学技术是第一生产力"；从"农业合作化"，到"人民公社"，再到采用"家庭联产承包制"；从"计划经济为主"，到开拓"社会主义市场经济"；从"拒绝一切资本主义国家的经验"，到对其批判地吸取借鉴；从担心搞成资本主义，到大力发展乡镇企业，热心办开发区、经济特区等等。我们的认识和思维方式已经比过去更贴近中国发展的实际和世界发展的形势，也就是更符合唯物主义。

从世界观的高度上来看，特别值得提出的是，当今人们已开始重视和议论的"整体观"。这是中国传统文化中的瑰宝，古代《易经》中就蕴含着整体的思想。现代西方的整体论者也不乏其人，20世纪40年代美籍奥地利生物学家贝塔朗菲(L. von. Bartalanffy)主张对生物的研究，必须用整体性原则代替机械论观点。美国的巴姆教授(A. J. Bahm)对整体也做了一番分类与考察。我们的钱学森多年来对整体观从哲学和科学上进行了严肃的研究和探索，并把它运用于中国的建设实际，强调"要从整体上考虑并解决问题"[②]，并建议建立社会主义建设的总体设计部。

3.5 社会主义建设总体设计部

"整体观"这一辩证唯物主义世界观的新发展，不是空泛的教条和信仰，而是行动的指南。整体观来自客观世界，既是对客观世界科学而全面的反映，又是正确而有效地改造客观世界，进行社会实践的思想方法和工作方法。20年来，钱学森所倡导的大成智慧工程(从定性到定量综合集成研讨厅体系)及社会主义建设的总体设计部，就是整体观的体现和运用。也构成他的系统科学的重要内容。

---

① 《马克思恩格斯全集》第21卷，第320页。

② 钱学森：《要从整体上考虑并解决问题》，《人民日报》，1990年12月31日。



我国正在进行的有中国特色的社会主义建设虽然已取得很大成就，但在经济上与发达资本主义国家相比，还有相当大的距离。继续以经济建设为中心、改革开放，开拓市场经济并尽快与国际市场接轨，联为一体，同时又必须坚持四项基本原则，这是有史以来最复杂而艰巨的社会系统工程，它使我们面对许多重大的、全新的理论和实际问题。

钱学森运用整体观和系统科学的方法，分析综合了我国社会主义建设的系统结构，认为从总体上，大致可分为四个领域、九个方面，即“社会主义政治文明建设，包括民主建设、体制建设和法制建设；社会主义物质文明建设，包括经济建设和人民体质建设；社会主义精神文明建设，包括思想建设和文化建设；社会主义地理建设，包括环境保护、生态建设和基础设施建设”[①]。可见，我们的社会和社会存在的环境是一个非常复杂的开放的巨系统，要以经济建设为中心，又必须使各个方面协调发展，相互配合、相互促进才能获得较高的工作效率，取得预想的成就。那种仅仅承认矛盾、矛盾斗争，以及只抓一个主要矛盾的两个方面的方法，对于解决如此复杂的问题，已远远不够了。为此，钱学森提出设置专门从事社会主义建设的总体设计部，对这四大领域、九个方面的工作和问题，进行总体分析、总体论证、总体设计、总体规划、总体协调，抓住关键，提出现实可行的各种配套方针政策和发展战略，为决策者和决策部门提供科学的决策方案。

这种总体设计部是以现代科学技术体系为基础，采用从定性到定量综合集成研讨厅体系的方式进行工作的。其工作特点是：要求多方面工作，人-机结合快速同步进行，主要目的是激发群体智慧，选择最佳决策方案。例如：

(1)根据任务需要，选拔各方面、各学科最优秀的专家和科技人员，在总设计师的领导下组织起来，采取 Seminar(这是国外一切成功的学术研究团体所采用的集体讨论形式，在一次讨论终结时，由主持人作小结，讲这次讨论明确了什么，还有什么有待以后探讨等)方式的讨论，发扬民主，互相启迪与补充，汇集群体意见，做初步定性，酝酿理想的方案与解决问题的途径。

(2)运用现代化信息网络技术，检索大量有关的古今中外信息资料，认

---

① 钱学森，涂元季：《我国社会主义建设的系统结构》，《人民论坛》，1992 年第 2 期。

真研究、分析综合，汲取其中最有价值的知识和经验，以丰富、扩展专家群体智慧，深化定性分析。

(3)将专家群体提出的方案、决策、数据等各种信息，与电子计算机、仿真、模拟技术结合起来，对模拟的开放的复杂巨系统及其解决方案，反复进行定性、特别是定量的分析，使之能从感性到理性、从微观到宏观、从部分到整体，迅速得出较精确的认识，进一步调动专家群体的科技知识，激发创造性思维。

(4)利用多媒体技术，特别是信息网络，甚至利用灵境技术和遥作技术，为总体设计部的工作者创造如同真实的情景——灵境，与人做动态交互，使人感受到从前不能感受到的东西：大至宇宙，小至分子、原子，人都能审视感触！犹如身临其境，极大地扩展人的认识范围，迫使更新旧的思维方式，更加全面、准确、如实地从定性到定量综合集成起来，从整体性、系统性、动态性上，把握研究与设计的对象，审定所提方案的适用性，并不断予以调整，找出最佳方案。

(5)事态总是不断发展变化的，必须及时利用现代化信息网络，快速将总体设计部提出的决策方案在实施中遇到的问题与新情况反馈回来，显示在总部研讨厅的电子屏幕上，迅速调整仿真模型、各种数据、灵境状态与方案，并预测新的效果，再提供新的最佳决策。如此不断循环往复下去，一次比一次更准确、更高明！

由此可见，运用大成智慧工程(采用从定性到定量综合集成研讨厅体系)的总体设计部，其作用、意义和优势是任何个人、集体、机构，都无法替代的。这种总体设计部的本质特征是：

(1)将现代科学技术体系、有关专家体系、以电子计算机为核心的工具体系三者有机结合起来，构成一个高智能化的人机交互系统。它可避免少数人说了算，或开个会议一议就定案的局限性和片面性，减少决策上的失误。

(2)任何事物都既有性质方面又有数量方面，总体设计部自始至终都把定性研究与定量研究结合起来，从多方面的定性认识，上升到定量认识。从思维方式来看，是把形象思维与逻辑思维以及种种非理性的精神因素生动地结合起来，因而能更准确地把握事物的现象与本质、部分与整体、微观与



宏观的状态，避免形而上学。

(3)把科学理论与经验知识结合起来。一些不成文的实际经验与感受，甚至灵感、潜意识等等，虽暂不能纳入现代科学技术体系，但对解决复杂性问题，往往有着十分重要的作用，取得“画龙点睛”之效。总体设计部实际上不仅可以集中领导的判断、专家群体的智慧，也可以汇集千千万万零散的群众意见，“集腋成裘”，把零金碎玉熔铸成社会主义建设的方针、政策、发展战略，这就是科学与经验的结合。它把多年来我们党提出的民主集中制原则，科学地、完美地实现了，其意义远远超过一项科学技术的发展与进步。

建立总体设计部是周恩来总理生前的殷切希望。他曾建议把组织领导我国进行“两弹一星”设计、研制、发射的工作班子与工作方法——总体设计部，推广应用到社会其他领域。钱学森在周恩来、聂荣臻的领导下，亲身参加了这项工作，深深感到我国的“两弹一星”所以能够取得举世瞩目的成就，为国争光，为民争气，总体设计部发挥了重大的作用。

1979 年，钱学森提出了建立国民经济总体设计部的建议。80 年代后期，钱学森在总结现代科学技术最新成果以及国内外成功经验(特别是我国老一代领导人的智慧)的基础上，结合运用以电子计算机为核心的高新技术，提出“从定性到定量综合集成研讨厅体系”，也就是“大成智慧工程”，这就为在我国建立总体设计部找到了最理想的组织形式和工作方法，使之切实可行。

钱学森怀着对祖国人民的挚爱深情，为中华的迅速崛起，立于世界之林，他一再建议建立为党和国家服务的总体设计部。而且，他说：“我们现在的总体设计师就是邓小平同志”。

怎么做好总体设计部的工作呢？根据钱学森的意见，归纳如下：

首先，要站得高一些，学会总揽全局的整体观，这就要认识到马克思主义哲学是人类认识世界的最高概括，是人类智慧的结晶，它扎根于科学之中，又对各门科学的研究有着指导作用。掌握唯物辩证的思维方式，实事求是，反对主观专断的唯心论；灵活、辩证，反对僵化、教条的机械论。

第二，要真正考察，跟踪世界形势。注意第五次产业革命的浪潮对世界社会的冲击与影响。世界社会把世界各国联在一起，世界经济一体化，其间又矛盾重重纷繁复杂，中国改革开放以后，处处要与世界社会、经济、文化接

轨，因而，必须下功夫研究现代世界社会，把握其矛盾的来源、背景及发展变化的规律，认真思考时代的特征。这样才能迎接世界的挑战。

第三，学习军事科学知识，也包括学习组织管理方面的知识和才能。要研究现代战争、海湾战争、巴尔干战争等各种战争，使能更深入地了解世界社会形态。当今是一个激烈竞争的时代，竞争实际上就是打仗。军事部署与指挥、战略与战术等军事辩证法也适用于组织管理的总体设计。

第四，学习科学技术知识。社会主义建设的总体设计部需要运用各种现代科学技术知识，从现代科学技术中汲取力量。我国的总体设计部工作虽可以有所侧重，但它所面对的是四大领域、九个方面的各种层次、各行各业的复杂性问题，没有全面的科学技术知识，不可能使之科学而有机地协调起来，发挥整体的优势。

总之，建立社会主义建设的总体设计部就是从整体上，用系统科学的方法去解决复杂的社会问题。它是科学、民主决策的咨询部。中华民族走过曲曲折折的坎坷道路，自新中国成立以来，风风雨雨中，有过成功的经验，也有过痛心的失误。但是，任何失误莫过于在总体设计、战略部署上的失误，给民族带来的灾难最深重。这一点我们不会忘记。今天，我们有了总设计师，如果我们再迅速建立起总体设计部，那么我们的政治将会更加稳定，我们的经济将会更加繁荣，我国社会主义建设的速度将会更快提高，大踏步前进！

本文原载于：
《哲学研究》1993年第12期
《中国软科学》1994年第3、4、5期
《钱学森论城市学与山水城市》，中国建筑工业出版社，1994年9月版

第 4 章 钱学森关于建立科学技术业的构想

我们所面临的时代,是一个科学技术与经济生产、文化艺术迅速腾飞的时代。高新技术及其产业化正魔术般地改变着人们的生产方式、生活方式和思维方式。我们如何面对这新时代的挑战?

4.1 一项重大的战略决策

以微电子、信息技术革命为先导的生物、航天、新能源、新材料等一大批高新技术群的产业化,迅速推动着社会生产力的发展和经济的繁荣。可以说高新技术及其产业化已成为当今推动社会向前发展的主导力量。

钱学森在 1991 年就建议尽快在我国建立起科学技术业。他说:"今天科学技术的发展大大推动了社会进步,科学技术是第一生产力。国际间的竞争,主要依靠的也是科学技术。基于这样一种形势,我们必须把科学技术工作摆到一个非常重要的位置上。而我国的科学技术力量并不弱,而且中国人聪明,为了充分发挥科学技术力量在社会主义建设中的作用,我建议建立我国的一种第四产业——科学技术业,作为今天的一项重大的战略决策。因为总结过去,中国在那么困难的条件下搞成了'两弹',其中一条重要的经验是组织得好。现代的重大科学技术都不是一两个人能够干成的,甚至不是一两个单位能干成的,要靠组织,所以组织工作是一个相当重要的问题。美国人现在就自感组织工作不如日本。我们目前也存在一个有效组织问题,科技界

单项成果不错，但集体力量的发挥就不够。为了解决科学技术工作分散的问题，迎接21世纪的挑战，我建议请中央考虑建立科学技术业。科学技术业并不是要取代现有的机构，如中国科学院、中国社会科学院、高等院校的科研机构等，而是要把他们的成果组织起来，用组织起来的手段协调全国的科学技术工作。这个手段就是组建科技业的公司，它在一个方面或一个领域负责全国的科技发展工作，是垄断性质的公司。比如，在半导体和大规模集成电路领域，建立一个总公司，这个总公司通过合同手段协调全国半导体和大规模集成电路的发展。而合同的招标、签订，按竞争的原则办。科技公司的成果是出新技术、技术专利。这些公司属国家所有，享受国家大、中型企业的政策待遇，其成果不仅面向国内，而且面向国际。1990年，我国科技成果出口创汇大约10亿美元，还不到世界科技成果出口的1%，所以这项事业是大有可为的。”

“要使科学技术成为生产力，使科研成果在生产中得到应用，仅有各个领域的科技公司还不够，因为每一个单项技术要应用到生产中去，还需要有一个中间环节，它根据工厂的需要，吸取可用的成果，将一项项单个成果综合设计成生产体系，并负责培训工厂的技术人员和工人。”

“归结起来讲，今天当我们面向21世纪，面对国际间的激烈竞争，为了建设中国的社会主义事业，必须把科学技术作为第一生产力。具体的办法就是建立科学技术业。”

4.2 科学技术业的内容与组织管理

科学技术业包括：①我国现有的科技力量，包括各种科研院、研究所等；②为了进一步将这些科技力量组织起来，建立各种科技专业公司，组织开发各种新技术，出技术成果，出专利；③为了将这些新技术成果尽快在生产中得到应用，要建立各种综合系统设计中心，或者由各部门现有的设计单位承担这一任务。

我国的科学技术业现在已经有了很大发展和成就。但让科学技术尽快转化为生产力，实现“科教兴国”仍任重道远，这是一项极为艰巨复杂的社会系统工程。为此，钱学森一直盼望国家能有一个组织，作为国家战略决策的总体设计部。他再一次强调，建立这样一个总体设计部，就是要从总体上统一规划、统筹安排、互相促进、协调各方面的关系、调整各方面、各专业的权



力与利益、制定出有效的科学的政策与法规。

建立总体设计部的思想是钱学森几十年组织、领导“两弹一星”工作和参政、议政的经验总结。它是以科学的世界观、方法论为指导，采用高新技术和从定性到定量综合集成研讨厅体系的方式，通过民主讨论，把各方面有关专家和科技人员的知识、经验，古今中外各种类型有关信息和数据与计算机网络有机地结合起来，构成人-机结合的劳动体系，同步快速地对科学技术业中各种盘根错节的复杂性问题进行从定性到定量的分析与综合，群策群力，依靠集体智慧，找出科学民主决策的最佳方案。当现实中又冒出新的变化时，及时反馈，再作议决，使之既能统揽全局，又能抓住关键。这是钱学森多年倡导的解决开放的复杂巨系统的科学方法，简称大成智慧工程，它不仅是党和国家的参谋、咨询机构，也适用于各行各业、各个领域的科学技术，特别是加快高新技术产业化的领导工作。

4.3 关键在于参与者的素质

如何才能运用好大成智慧工程，促进我们的科学技术业迅速发展？钱学森认为关键在于培养人才，在于参与者的素质。参与者除了要有一种为振兴中华无私奉献的精神以外，还要有一种勇于创新的科学精神。这就是要能够根据国内外市场变化发展的需求，不断研究新技术，开发新产品，进行新的协调与合作，做出新的决策。为此，就需要各级领导、科技专家、企业家们具有广博的科学知识，不仅要掌握自然科学知识，时刻注意世界科学技术发展的新动态，还要懂得些社会科学知识、组织管理知识、讲谋略的军事科学知识以及文学艺术知识等，以活跃思维。

知识渊博了，又有正确的科学观和方法论，就能开阔视野，拓宽思路，有所创新。钱学森最近强调说：要“坚持技术创新、管理创新、制度创新。”创新是科学精神的灵魂！

本文内容原载于：

《人民日报》1995年12月4日

1995年10月在《加快高新技术产业化国际学术研讨会》上的发言



第5章 钱学森关于现代科学技术体系的构想

1991年10月，钱学森在党和国家授予他"国家杰出贡献科学家"荣誉称号和一级英雄模范奖章大会上的即席发言中，除真诚地要求把荣誉归于祖国和人民外，还表述了自己晚年的打算和心愿："我认为今天科学技术不仅仅是自然科学工程技术，而且是人类认识客观世界、改造客观世界的整个知识体系，而这个体系的最高概括是马克思主义哲学。我们完全可以建立起一个科学体系，而且运用这个科学体系去解决中国社会主义建设中的问题。""我在今后的余生中就想促进一下这件事情。"①

钱学森的这段话，既是他半个世纪以来实践经验的总结和全部智慧的升华，也是他近年来极力倡导的"大成智慧学"和"大成智慧工程"、"大成智慧教育"的基本内容。那么，现代科学体系具体是怎样的？它与"大成智慧学"、"大成智慧工程"、"大成智慧教育"的关系如何？它对于我国的社会主义建设所起的作用怎样？都是值得认真探讨和思考的。

5.1 科学与技术

什么是"科学"？中外名家对此认识不一，有人认为，科学是"由人类的想象力构想出的广阔领域的系统性概念化结构"②；也有人认为，"科学是精

① 钱学森：《在授奖仪式上的讲话》，《人民日报》，1991年10月17日。

② 《简明不列颠百科全书》第4卷，中国大百科全书出版社1985年版，第720－721页。



神文化最重要的成份，是人类认识的高级形式，是不断发展的各种知识体系"[1]；还有人认为，科学主要是指自然科学，而社会科学（包括哲学），很难说是一门科学。

钱学森根据现代科学发展状况和唯物辩证的观点，提出："马克思主义哲学认为，客观世界是不以人的意志为转移而存在的，人首先要认识客观世界，才能进而改造客观世界。从这一基本观点出发，认识客观世界的学问就是科学，包括自然科学、社会科学等等"。这说明：①科学不是凭空想象出来的概念化结构，不是纯粹的精神文化，科学概念与理论来自实践，其形式是主观的、内容则是客观的；②科学既是人认识客观世界的学问，当然就只能是正确反映客观事物、事件的理性认识和系统知识；③科学不是固定不变的，而是随着人的认识不断地发展与提高，从相对真理日益走近绝对真理，科学所涵盖的领域将愈趋广阔，永无止境。

科学与技术的关系，在古代及以后的一段历史时期中并不明显。直到19世纪下半叶至20世纪以来，科学与技术、科学革命与技术革命才日益融为一体，结下不解之缘。所以，钱学森在考虑构筑科学体系时，也包括了技术，他自己有时也把这套东西叫做"现代科学技术体系"。

那么，什么是技术？这也有不同的理解。马克思认为技术是人与自然的中介，是"人对自然的能动关系，人的生活的直接生产过程"[2]。到了20世纪后半期，技术一般被定义为："人类改变或控制客观环境的手段或活动。"[3]我国有的科学家提出："技术是人们已经了解或还不了解其原理的制造生产工具的方法。"钱学森汲取自古以来各种观点的精华，并结合当代高新技术飞速发展的现实，于70年代末提出：改造客观世界的学问是技术。

钱学森关于技术的简明定义与以往技术定义的区别在于：①它突出地强调了技术是一种学问，是人类改造、控制、利用客观世界，达到自己预想目标的系统知识（包括有价值的感性经验），是主观对客观相对正确的反映；②技术知识来自人们对客观世界的能动改造（实践）活动，但不是活动本身，不是单纯的中介和手段；③人们在劳动生产过程中所使用的工具、设备等，

---

① Философская энциклопедия, Москва, 1964, стр. 562－563.

② 《马克思恩格斯全集》第23卷，第410页。

③ 《简明不列颠百科全书》第4卷，第233页。

是技术的物化，而不是其本质，因为人们在拥有一套机器设备后，只有在掌握其全部理论和技术知识，并能将其制造出来时，才算真正拥有了它的技术。因此，技术范畴含义广泛，它不仅包括与各门自然科学相联系的技术科学和工程技术（如土木建筑、计算机技术、航天技术），而且包括社会科学在内的各种应用科学（如行政管理学、法治系统工程等）。

钱学森关于科学与技术的定义，丰富了辩证唯物主义认识论，它从认识与实践的高度上，把人们认识世界和改造世界这本来就不可分割的同一过程的两个方面，内在地统一起来，并进而阐明了科学与技术的难分难解的关系：技术的发展要以科学为基础、为指导，而科学的发展离不开技术的实践和成果。

5.2 现代科学技术体系概貌

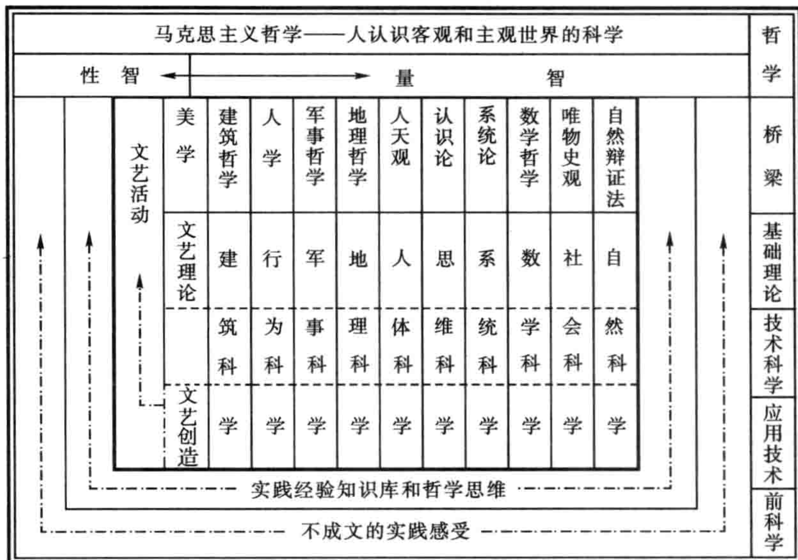
20 世纪 70 年代末至 80 年代初，钱学森在马克思、恩格斯，特别是毛泽东哲学思想及其科学技术观的影响下，运用唯物辩证法和系统科学的观点、方法，注意观察、研究世界科技发展的成果与趋势，同时结合自己半个世纪以来亲自参加和经历的许多重大的科学革命与技术革命，以及第二次世界大战和一些重大社会历史事件，从中清楚地透视到：最新的科学理论与广泛的社会实践有着深层的关系，认识客观世界与改造客观世界本是互相交织、互相促进的整体。这样，经过十余年的艰苦跋涉，他就逐渐形成了现代科学技术体系的整体构想，钱学森所构想的现代科学技术体系是一个开放的矩阵式纵横交错的系统。整个体系从纵向分为三个层次：最高层次是马克思主义哲学，也就是辩证唯物论，最下面的层次是现代科学技术十大部门[①]，其间通过十架"桥梁"把马克思主义哲学与十大科学技术部门联系在一起。从横向来看，这十大科学技术部门中每一个科学技术部门又按照是直接改造客观世界，还是比较间接地改造客观世界的原则划分为：基础科学、技术科学、工程技术（或称应用技术）三个层次（文艺理论的层次略有其特点）。

① 1996 年 6 月钱学森提出将"建筑科学"部门列入现代科学技术体系之中，改 10 大部门为 11 大部门。



钱学森的现代科学技术体系

（人类知识体系）



注：1996 年 6 月加入“建筑科学”

凡尚不能纳入这个体系中的，或者说，目前还不能称其为科学的，而只是一些经验性的、非逻辑性的东西，及一些零碎的实际感受、灵感、潜意识，甚至梦等，由于也是科学与艺术的重要源泉，故暂列在系统的外围。我们相信，人们通过反复分析、鉴别、提炼，会逐渐将其中一切有价值的东西汲取进来，以深化、发展整个现代科学技术体系。因而，作为人类认识世界和改造世界的整个知识系统的现代科学技术体系，是个开放的、动态系统，它将随着科学的发展、社会的进步、认识的深化、智能的提高，不断丰富、完善、日益趋近绝对真理。

5.3　新的科学分类法

上述十大科学门类是根据什么来划分的呢？钱学森认为，客观物质世界既是统一的，又充满矛盾，它由纷繁复杂、不断运动变化的各种系统所组成，要想认识整个客观世界，就必须按照实际情况，分别从各个不同角度去

研究问题，为此，他将科学门类重新划分为：

自然科学，是从物质在时空中的运动、物质运动系统的不同层次及不同层次相互关系的角度去研究整个世界。

社会科学，是从人类社会的发展运动，即从人类社会这个开放的复杂巨系统的内部运动，以及客观世界对其发展运动的影响的角度去研究整个客观世界的。

数学科学，是研究客观世界中数量与质量的辩证统一的，数学的定义、公理和逻辑都来自人的实践，即人与客观世界相互作用的经验累积。

系统科学，是从普遍存在的系统的结构与功能的侧面，去研究整个客观世界的。

思维科学，是从人脑通过思维活动，如何正确地认识整个客观世界并进行创造性的思维这个角度去展开研究的。

人体科学，是从人体结构和功能如何承受整个客观世界的影响和作用，并从其中运动和发展的角度进行研究的，以便更好地增强体质并保护和发挥人体潜在的功能。

文艺理论，虽然以人为研究对象，但实则研究整个客观世界，偏重于研究在人的主观实践与客观实际相互作用的系统中，真、善、美与假、恶、丑既对立又统一的关系。

军事科学，目前已不限于常规武器战争的研究，而是研究整个客观世界中不同集团的矛盾和斗争，包括“商战”、“智力战”等等。

行为科学，是从个人与社会的相互作用这个角度去观察和研究整个客观世界，研究如何引导和控制社会中个人的行为的。

地理科学，侧重研究人类社会赖以生存的自然环境，是从地球与人类社会、宇宙天体的相互联系、相互作用中，去研究整个客观世界的。

钱学森的科学分类法，突破了 18 世纪林奈按动物、植物、矿物外部特征的人为分类法，扩展了 19 世纪恩格斯按照物质运动形式区分自然科学各门类的方法。同时，也深化了 20 世纪毛泽东关于根据矛盾特殊性区分各个科学领域的思想。更为重要的是，这一分类法从根本上拆除了以往各门科学技术之间永远不可逾越的中界，显示出它们之间本来就是相互联系、相互促进、不可分割的关系，也揭示了辩证唯物论这一马克思主义哲学与各门具体

科学技术必然地、紧密地熔铸在一起的内在关系,形成统一完整的现代科学技术体系。

5.4 马克思主义哲学是人类智慧的结晶

哲学是时代精神的精华,当前如何使哲学能够真正反映出我们这个时代的精神,走出低谷,再创辉煌,关键在于哲学的"归位",把准哲学与现代科学技术、哲学与社会实践的关系。钱学森构想的这一现代科学技术体系,明确回答了这一重大问题。

钱学森认为:"马克思主义哲学,辩证唯物主义是人类一切知识的最高概括。"[①]辩证唯物主义是马克思主义的核心,而历史唯物主义、自然辩证法、认识论则是它的下属层次。辩证唯物主义反映了自然界、人类社会和思维发展的普遍规律,也就是反映了所有科学的普遍而共同的规律。马克思主义哲学是现代科学技术十大部门成果的最高概括,各门科学技术通过各自的"桥梁"与马克思主义哲学相通,而这十架桥梁分别概括了十大科学技术部门中带有普遍性、原则性、规律性的东西,它们共同作为马克思主义哲学的内容和基石。因此,各门科学的理论与实践必然以马克思主义哲学为指导,而马克思主义哲学的丰富与发展,也必定离不开所有科学技术的成果。

钱学森曾以天文学、物理学、力学等为例,说明十大科学部门与马克思主义哲学的关系。他说,目前我们所认识到的空间总是有限的,但一直在不断扩大,先是我们周围,然后到地球,再到太阳系,再到银河星系团,再到今天还在膨胀中的我们所在的"小宇宙"。我们能"摸到"的今天就到此为止,但不能说天宇是有限的,那不符合马克思主义哲学关于有限无限辩证统一的观点,在"小宇宙"之外,天外有天,不能"坐井观天"。这本来是从自然科学技术这一大部门得到的认识,但一旦上升到自然辩证法这架桥梁,而且过桥到了马克思主义哲学这一殿堂,就成为指导其他部门的、带有普遍性的理论了。

由此也可以看出,钱学森所理解的马克思主义哲学,不仅是对自然科学

---

① 钱学森:《正确对待祖国历史文化传统 认真学习马克思主义哲学》,《自然辩证法》,1988年第2期。

和社会科学的概括和总结，而且也应是对十大科学部门，以致更多的科学部门的概括和总结。

从整个科学技术体系来看，各门科学不但包括其基础理论，还包括技术科学和工程技术。这些与实践活动密切相关的学问，也是直接或通过“桥梁”与哲学相联系的。因此，钱学森最近强调：“马克思主义哲学也是人类一切实践的概括。”这就进一步说明马克思主义哲学只有深入实际，反复实践，才能在认识世界和改造世界的斗争中发展。

钱学森一贯重视社会实践。早在1978年，他就明确指出：“总结近一百年来的历史教训，我们认为马克思主义哲学是有其崇高的位置的，但是，哲学作为科学技术的最高概括，它是扎根于科学技术中的，是以人的社会实践为基础的；哲学不能反对、也不能否定科学技术的发展，只能因科学技术的发展而发展，不然岂不僵化了吗？哲学家们要看到今天自然科学、科学的社会科学正处于重大突破的前夕，正酝酿着一系列技术革命，所以要力求主动，不断吸取新科学、新技术的成就作为发展马克思主义哲学的素材。”[①]

他经常提醒我们，在当今马克思主义正面临一个新的发展时期，我们不仅要研究当代世界政治、经济发展的实际状况，更应注意研究和关注当代科学革命、技术革命与社会革命的关系，尤其是全神贯注地观察与研究我们当前所处的这场第五次产业革命，这是由核技术、激光技术、航天技术、生物工程等一大批高新技术的发展为动力的一场信息革命，它不仅正在促进生产的飞速发展、市场经济的繁荣，而且正急骤地改变着我们的生活方式、思维方式，塑造新时代的时代精神！

钱学森关于现代科学技术体系的构想，把马克思主义哲学与现代科学内在地联系起来，赋予马克思主义哲学以更加鲜明的科学性，也把马克思主义哲学与技术工程，与现实世界紧密地联在一起，赋予它更加鲜明的实践性，从而使得马克思主义哲学真正成为智慧的学问。1987年，他在《智慧与马克思主义哲学》一文中说：“科学技术体系，包括了人类现在所认识到的客观世界规律的全部精华，它就是智慧的泉源。而这个科学技术体系的最高概括——马克思主义哲学难道还不是人类智慧的结晶吗？”“因此结论是：要

① 钱学森：《科学学，科学技术体系学，马克思主义哲学》，《哲学研究》，1979年第1期。



有智慧就必须懂得并会运用马克思主义哲学去观察分析客观世界的事物。这样我们就重新肯定了哲学的含义;智慧的学问。但更明确了,必须是马克思主义哲学。"①

5.4.1 大成智慧学的探索

钱学森认为,要想真正把握事物,特别是复杂事物的整体关系,得到一个全面、正确、本质的认识,不但须运用唯物辩证法和现代科学技术体系的知识,而且还要运用许多尚不能称其为科学的点滴感受和经验,这样才能科学地研究和反映客观事物的全貌。他把这套方法称为大成智慧学,"集大成,得智慧"。

大成智慧学是一个科学化了的整体观。钱学森继承和发扬了中国古代哲学、特别是《易经》的整体观及《黄帝内经》的整体辨证施治方法等,在总结半个世纪以来社会主义建设的经验教训、吸取现代科学技术特别是系统科学的最新成果的基础上,强调"要从整体上考虑并解决问题"②。因而这种整体观与古代整体观有联系也有区别,它不忽视从感性、直觉、经验上把握事物整体的作用,又不是主观随意地猜测和虚构,而是把整体观与现代科学技术体系熔铸在一起,赋予整体观以严谨的科学性。

大成智慧学是一条创新求索之路。由于它建立在现代科学技术体系基础上,故要求我们具有广博的知识并能触类旁通,从各种视角发挥全面认识的功能,从事物整体关系的"形象"上,抓住事物的机理,深入探索,才有可能找到创新的道路。钱学森说:"跨度越大,创新程度也越大。而这里的障碍是人们习惯中的部门分割、分隔、打不通。而大成智慧学却教我们总揽全局,洞察关系,所以促使我们突破障碍,从而做到大跨度的触类旁通,完成创新。"③

大成智慧是"性智"与"量智"兼备。钱学森深谙唯物辩证法中的质量互变规律,指出:"我们对事物的认识,最后目标是对其整体及内涵(包括质与量)都充分理解。"他借鉴熊十力先生关于人的智慧分为"性智"与"量智"的

---

① 《哲学研究》1987 年第 2 期。

② 钱学森:《要从整体上考虑并解决问题》,《人民日报》,1990 年 12 月 31 日。

③ 钱学森于 1994 年 2 月 13 日给钱学敏的信。

观点，并加以唯物主义的解释和发挥，认为“量智”，侧重在科学技术中研究其从局部到整体、从量变到质变中所获得的知识。当然，钱学森也不忽视“性智”。他强调说：“大科学家尤其要有‘性智’。”“性智”主要是从整体感受，从“质”上入手去认识事物，侧重于文化、艺术、医学等。

大成智慧学要求逻辑思维与非逻辑思维并举。从思维方式来看，“量智”侧重于逻辑思维，即具体分析事物的各个部分、各个层次、各个方面，加以严密的逻辑推断；而“性智”则侧重于非逻辑思维，即通过直观感受、甚至灵感、潜意识等，运用形象思维去领会，形成整体观。这两种思维方式在认识过程中，往往交织在一起，互相促进，因而，只注意逻辑思维，埋头于细节，易犯机械、片面、“死心眼”的毛病；只注意非逻辑思维，也易犯主观、表面、抓不住本质的毛病。要善于自觉地发挥其互相补充、互相结合的威力。

目前，有些人往往把直觉、灵感、非逻辑思维当作认识和创新的主要思维方式，强调自己片面的经验，“跟着感觉走”而不肯去做艰苦细致的调查研究，不去进行综合分析和严谨的逻辑推理、论证。这样做很难避免不犯主观主义的错误。钱学森曾以自己科学发现过程的亲身经历谈灵感思维的本质和特点，他说：“灵感思维是人们在生活中真有的，我自己就有过多次，解决了研究中遇到的难题。这都是在半梦半醒时发生的。现在我想，这是在正常清醒情况下，头脑中框框太多，阻碍大跨度的思维，所以要在半梦半醒中突破障碍，见到事理。但有一点必须明确，即灵感思维也是以人头脑中沉积的知识为基础的，如果没有人类的实践认识(自己的、他人告知的、书本上学得的)，灵感思维也不能自天而降。”

大成智慧学将使人的认识步入更高的层次。建立在现代科学技术体系上的大成智慧学，由于不囿于部门科学的局限，并能把某一科学部门的最新成果及其原理、方法等应用到其他学科中去，达到知识成果共享，互相激发，从而使被囚禁已久的思维能量突然释放出来，迸发灿烂的光华。例如，20世纪70年代以来，由钱学森倡导的、其合作者共同促进的系统科学和系统工程，不仅在天文、物理、化学等许多自然科学领域和系统工程中，而且在社会主义建设的总体设计和各行各业的组织管理中，都发挥了无可估量的巨大作用，使人们的认识步入了更高的层次。另外，也可以这样理解：由于现代科学体系不是简单的各科学技术部门的联合体，它作为一个纵横交错、相



互贯通的统一体，能够向全方位敞开视角，极大地扩大人们的视野，这就使人们便于纠正偏见，充分发挥全面认识的能力与功能，获得高于任何一门科学的见解，显示出更高一级的普遍理性认识，达到认识上新的飞跃。这也是大成智慧学的整体优势。

大成智慧学是钱学森亲身经验的总结，全部智慧的升华。他在回忆自己半个多世纪以来创新求索的研究过程时说："在30年代中期到40年代初，当我碰到疑难问题时，苦思不得其解，总是靠形象（直感）思维，甚至是灵感（顿悟）思维解决问题，这是说我头脑中框框太多，不能从理论上触类旁通，得靠形象，甚至靠梦境。这种困境，后来逐渐缓解，不用做梦了，推敲一阵子就能看出问题所在。但真正做到触类旁通，是在懂得了科学技术以及知识体系之后。"他还说，居于现代科学技术体系之首的马克思主义哲学"是触类旁通的钥匙。创造力来源于马克思主义哲学，而用这个观点看科学技术以及知识体系就是大成智慧学。"

5.4.2 大成智慧工程与总体设计部

如何集古今中外智慧之大成，用大成智慧学去解决当代许多错综复杂的社会问题和科学技术中的难题呢？钱学森注意到，近年来，西方一些国家的专家、学者、决策人在解决社会、经济、环境、生物以及军事工程中的复杂性问题、涉及混沌理论（Chaos Theory）时，往往用还原论的方法，力图把一切复杂事物，包括人的思想和情感等精神现象，统统还原为物质实体和物质关系，从而认为人们最终完全可以利用电子计算机这一新技术，通过模拟、仿真，进行经典的物理分析和严密的数学计算，就可以找到复杂事物的本质及解决问题的办法。例如，日本有些专家正在搞的第五代计算机、人工智能机、神经网络计算机等，其理论根据似乎就是这种带有形而上学机械论色彩的认知科学（Cognitive Science），把复杂问题简单化了，因而未见显著成效。

钱学森运用马克思主义哲学，正确解决了这一物质与精神的关系问题。他高度赞扬了电子计算机的巨大作用，认为它将为21世纪智力的飞跃发展，提供了必要的条件。但也指出不能低估人的因素，他认为，人的大脑神经系统的活动与人的思维和意识是统一的，思维和意识这一精神现象不仅是大脑物质运动的产物，而且通过人的认识与实践，时刻与外界客观事物相

互作用、相互影响；同时，人的大脑这一物质本身就是个极复杂的开放的巨系统，现代神经生理学、思维科学还远未能真正揭开其奥秘。因此，设想用人工智能计算机完全代替人脑的功能、代替人的思维，目前尚不可能。

钱学森根据系统科学理论和先进的信息技术，在总结几十年来亲自参加组织、领导大规模“两弹一星”的研制、发射工作及参政议政工作的经验教训中，深切地感到既要“人-机结合”地进行工作，同时又要把科学理论、实践经验、专家判断以及各种有关信息集成起来。特别是对于社会发展中一些复杂性问题（如市场经济等）的总体系统分析与预测，从建模开始就应承认理论的不足，而求援于经验、专家群体的判断和计算机，采用从定性到定量综合集成法，简称“大成智慧工程”（Metasynthetic Engineering）。

所以，大成智慧工程的实质，就是把各方面有关专家的知识和经验、各种类型的信息和数据与计算机的软硬件有机地结合起来，构成一个人-机结合的系统，同步快速地对事物反复进行定性与定量的分析与综合，激活群体的智慧，发挥现代科学技术体系的整体优势，集智慧之大成，从而找出从总体上观察和解决问题的方法。

钱学森所倡导的建立社会主义总体设计部，就是大成智慧学和大成智慧工程的体现和具体运用。总体设计部以马克思主义哲学为指导，以现代科学技术体系为基础，采用“从定性到定量综合集成研讨厅体系”人-机结合的方式进行工作。钱学森说，这样的一个研讨厅体系汇总了下列成功的经验和各种高新技术：“①几十年来世界学术讨论的 seminar[①]；②C^3/I 及作战模拟；③从定性到定量综合集成法；④情报信息技术；⑤‘第五次产业革命’；⑥人工智能；⑦‘灵境’；⑧人-机结合智能系统；⑨系统学；⑩……。”[②]加之利用多媒体技术、信息网络、遥作学等，提供如同真实事物发展变化的情景，“使人感受到从前不能感受到的东西：大至宇宙，小至分子、原子，人都能审视感触！”这样，科学工作者不仅可以集古今中外智慧之大成，扩大人的眼界，增进认识的深度与广度，而且便于以更新的思维方式，走上创新的道路，

---

① 这是国外一切成功的学术研究团体所采用的集体讨论形式，讨论时参加者围绕中心议题各抒己见，直言不讳，互相纠正，互相启发，充分发扬民主精神。讨论终结时，主持人作小结，讲清这次讨论明确了什么，还有什么问题有待以后探讨。

② 钱学森于 1992 年 3 月 2 日给王寿云的信。



从整体性、系统性、动态性、战略性上，把握自然、社会中的复杂性事物，找出科学、民主决策的最佳方案。避免少数人说了算，或几个人开个会议论一下就定案的局限性与片面性。

从思维方式来看，这种人-机结合的研讨厅体系，把大成智慧学中所运用的形象思维与逻辑思维、科学与经验、性智与量智、直觉与灵感等有效地结合起来，充分发挥其互相补充、互相促进的作用，因而易于准确地把握事物的现象与本质、微观与宏观、部分与整体。“在定方针时居高远望，统揽全局，抓住关键；在制定行动计划时又注意到一切因素，重视细节。”因而，决策方案往往能够符合实际，具有战略意义，且切实可行，有所创新。

运用现代科学技术体系为基础的大成智慧学和大成智慧工程所建立起来的总体设计部，不仅是党和国家进行社会主义建设最理想的决策咨询机构，也是各行各业、各方面的领导机构进行战略部署、解决复杂性问题的思想方法和工作方法。可以说，大成智慧工程是钱学森对马克思主义认识论和毛泽东《实践论》思想创造性的运用与发展。他回答了时代的呼唤。

如何才能搞好大成智慧工程，关键在于参与者的素质。每一个工作者不仅要努力学习和掌握马克思主义哲学、现代科学技术知识，积累各方面经验，还要具备：①高度的革命觉悟，即一切为了集体事业，不惜牺牲自己；②高度的组织纪律性，即服从集体的决定，决不固执己见；③高度的科学性，即一切按已知的客观规律办。这实际上也是千百万革命者在中国革命战争中流血牺牲的经验总结。所以，我们的大成智慧工程和综合研讨厅体系是有革命性的，资本主义国家是想学也学不了的！我们真正贯彻了民主集中制。

5.4.3 大成智慧教育的设想

在新的时代里，怎样才能培养出大智大德的人才，共同完成各项大成智慧工程呢？这就涉及到中国21世纪的教育问题了。

多年来，钱学森一直在用心思考这一社会主义现代化建设的基础问题，构想未来教育发展的蓝图，不断提出许多振奋人心的新鲜创见。简述如下：

第一，教育革命与产业革命密切相关。教育革命的成果，直接影响科学技术发展的水平与速度，而以科技革命为先导的产业革命，往往又成为促进

教育改革的强大动力。从英国蒸汽机技术开始的第三次产业革命唤来了19世纪后半叶的教育改革，出现了工科高等院校。拿破仑首先在法国建立了第一个培养较高水平军事工程师的专门学校，美国麻省理工学院于19世纪70年代建立起来，德、英两国分别成立了高等技术学院、工程学院，培养目标主要是为了解决工程技术中的实际问题。19世纪末至20世纪初，由于物理学的革命、电磁理论的建立、电动机的发明，促成了第四次产业革命，生产社会化、国际市场的形成，这就需要有各方面的人才，于是唤来了20世纪中叶的教育改革，人们开始重视基础理论的教育，而技术科学的建立，使得理与工更好地结合起来了。今天的教育改革更逐渐倾向把理工与文科教育结合起来，清华大学里成立了人文学院，北京大学也建立起了现代科学与哲学研究中心，以适应新时代的需要，这也反映了教育革命与产业革命相互促进的关系。那么，当前在以信息革命为先导的第五次产业革命的浪潮中，我们的教育应办成什么样的才好呢？钱学森说：应办成大成智慧教育。

第二，教育改革的指导方针是“三个面向”。邓小平提出的“面向现代化、面向世界、面向未来”是一个有机的整体，而它的前提和基础则首先是教育要面向现代化。我们培养和造就有理想、有道德、有文化、有纪律的一代新人，其目的就是为了实现以经济建设为中心，把我国建设成为社会主义现代化的强国，赶上世界先进的国家。所以，要大胆地吸收和借鉴人类社会的一切先进的科学技术成果和各方面的经验，来推进教育改革，培养年青一代。这实际上就是要用大成智慧学进行教育。

第三，要用高科技改革教育方法。我们所要培养的跨世纪新人，将要生活在高科技飞速发展的信息时代，这个时代信息如潮，计算机、个人终端所组成的环球信息网络把世界联为一体，再加上灵境技术、遥作技术、多媒体技术等的普及和应用，使人们得到从来未有过的认识和感受，语言和意识交往频繁，冲破各学科的界限，打开了人的视野，也大大扩展了人的“实践”领域和“活动”空间，使人的认识达到更深、更广的境界，必将出现智能的飞跃，因此，钱学森所设计的21世纪的教育方法，是要采用高科技，特别是电子信息技术进行教育，从小就培养他们习惯于人-机结合地学习和思维。“使21世纪的中国人能在第五次产业革命和世界社会形态中发挥作用。”这也是大成智慧学和大成智慧工程对人才的要求。

第四,大成智慧教育培养全面发展的人才。钱学森说,具体讲,大成智慧教育培养出来的人才,应该“熟悉科学技术体系;熟悉马克思主义哲学,理、工、文、艺结合,有智慧;熟悉信息网络,善于用电子计算机处理知识”。从文化教育发展的过程来看,这仿佛是向历史的复归,实则如钱学森所说:“我们从西方文艺复兴时期的全才伟人,走到19世纪中叶的理、工、文、艺分家的专家教育;再走到20世纪40年代的理工结合加文、艺的教育体制;再走到今天的理工文(理、工加社科)结合的萌芽。到21世纪我们又回到像西方文艺复兴时期的全才了,但有一个不同:21世纪的全才并不否定专家,只是他、这位全才,大约只需一个星期的学习和锻炼就可以从一个专业转入另一个不同的专业。这是全与专的辩证统一。”

第五,大成智慧教育大致分为如下几个阶段:①8年一贯制的初级教育(4到12岁)是打基础阶段。②高中加大学的五年教育(12到17岁),要完成大成智慧学的学习。③最后一年是“实习”,学成一个行业的专家,写出毕业论文,获得硕士学位。年龄不过18岁!

钱学森殷切地期望:到了21世纪,我们的中国青年,人人大学毕业,个个成为硕士!

本文是在“钱学森现代科学技术体系”学术研讨会上的发言(1994年5月4日)
曾发表于:《中国科学院研究生院学报》1994年第5期

5.5 再谈现代科学技术体系

5.5.1 缘起

现代科学技术体系这个问题,是钱学森科学思想中很重要的一个内容,他最先让我研究的就是这个问题。事情是这样开始的:钱学森在美国的时候,我还很小,只知道他在美国学有所成,是我们学习的榜样。1955年10月,钱学森回国以后,立即主持国防科技,参加“两弹一星”工程,步入神秘之旅,我们也没有可能往来。80年代初,他走出发射场,退居二线,不过仍担

任国防科学技术的高级顾问。后来，他在中央党校讲课，我去听过他的讲课，不久，他的讲课内容汇编成了一本书，就是《社会主义现代化建设的科学和系统工程》。我从头到尾反复阅读之后，觉得很新鲜，钱学森不仅是搞“两弹一星”，他的科学思想有着哲学的底蕴，他的哲学思想有着科学的特色，我对他的这些东西，特别有兴趣。为此，我曾主动去向他请教过一次。然而，那时我必须忙于马克思恩格斯哲学思想的翻译、研究、撰写工作，身不由己。

直到1989年，我去拜访钱学森，没想到他很高兴，可能他对哲学一直感兴趣。所以，他就说：“我们这里有个系统学讨论班，你来吧”。后来，他还让我参加他的一个小的学术研讨班子。开始，我觉得系统科学很难懂，也很难介入。我就说：“钱老，我干不了别的事情，什么时候您做报告、讲话的时候，我就来做记录，然后整理出来、送给您。”他笑着说：“不用了”。不久，当他在系统学讨论班做总结发言的时候，我还是飞快地记录下来，然后认真整理成文稿，托顾吉环秘书带给他，没想到他根本不理会，对此毫无反映。

有一天，我壮起胆子对他说：“钱老，不然的话，说实在的，我的大半辈子都是研究马克思恩格斯的哲学思想，他们的东西我熟悉了。现在时代变了，形势也发展了，我不想再研究马克思、恩格斯了，我想研究‘钱学森’。”他说：“呵，不要研究‘钱学森’，‘钱学森’没有什么好研究的，你不是搞马克思主义哲学发展史的吗？咱们一起研究马克思主义哲学如何发展怎么样?”我说：“那好啊！您想出来怎么发展，我就帮您记下来”。我觉得我很难想得出如何发展。他说：“不要这样讲，你要大胆，努力去干。这样吧，你先把那个现代科学技术体系研究一下。”我一听，很紧张，便说：“我研究不了。”他严肃地说：“这是个非常重要的任务，你到了中年，能够做这件事情，应该感到兴奋！”

为什么先让我研究现代科学技术体系？这个体系和马克思主义哲学如何发展有什么关系？一连好多天，我想不通，就又去请教他，他耐心地给我讲了他20世纪80年代初提出这个体系的一些想法以后，指着他的办公室门口说：“这件事情啊，你已经走到这个门口了，再往里走两步就进来了。”我说：“十大科学技术部门哪！加上文艺理论，我坐一辈子冷板凳，也学不起来，知识不够！”他说：“知识不够，你学嘛！你看书，你思考，到处听听，到处观察，不懂的可以来问我，你会学好的。我的知识也是那么慢慢地积累起来



的。”我还是发怵地说：“我不行。”他说：“不要推托了，你先干起来再说！”

我开始认真地阅读他的著作、文章，他的历次讲话，其中时常提到这个问题。我想：“他为什么对现代科学技术体系这么重视？”开始的时候我也不十分清楚。后来，我从他的文章里面看到，他对文艺复兴以后，17—18世纪，科学技术迅速发展的历史非常了解。而他本人1911年出生，1935年去美国留学，他在加州理工学院和麻省理工学院学习的时候，在他学的航空工程以外，还学了有关数学、物理、化学、生物等理科的课程，获得航空和数学博士学位，是一个知识非常渊博、发展非常全面的人。对于20世纪20、30、40、50年代，科学技术发展出现的一些新门类他几乎都亲自接触、参与、研究、运用过。所以，他对新学科、交叉学科的出现能够很快理解、掌握，他看到新学科的出现不仅能够解决许多实际问题，而且，这些新的学科，大多是在两三个学科的交叉点上发展起来的，学科的交叉点是最容易涌现创新思维的地方，是新科学的生长点。

因此，关于科学研究的对象，依钱学森的看法，今天应该和过去不完全一样了。我回想，17—18世纪，科学研究的对象大都有固定的范围，物理学是研究物质运动规律和物质结构范围里的问题，化学是研究物质分子转变规律范围里的问题，地理学是研究地球的自然环境和地质构造范围里的问题等等，都有一定的特定对象和范围。而交叉科学出现以后，许多新的学科、新的技术出现了，科学技术越分越细，例如，物理又分出：物理力学、物理化学、生物物理、核子物理、地球物理等等；也出现了高科技：信息技术、航空航天技术、激光技术等等，而且对生产的发展、经济的发展、科学技术的飞速发展，都有很大的影响。

与此同时，现代科学技术也向高度综合的方向发展起来，也有一些新的科学技术部门出现了，像系统科学、思维科学、人体科学、行为科学等等。而军事科学、地理科学、建筑科学、社会科学等等这些老的学科，由于吸纳了人文科学、环境科学、能源科学、政治经济学、国际关系学等等的新成果，以及受到电子信息技术、互联网络技术、灵境技术、遥感技术、纳米技术、海洋开发技术、航空航天技术、生物工程技术等等的渗透和促进，使之具有了更丰富、更新鲜的内容。由此，钱学森发现在20世纪，由于一些新学科、新技术的发展，现代科学技术已经不是孤立地研究一个个事物、一个个现象，而

是研究整个客观世界中，各种事物、现象发展变化的过程及其规律，研究这些事物相互之间的关系。“今天，现代科学技术已经发展成为一个很严密的综合起来的体系，这是现代科学技术的一个重要的特点”。

钱学森提出的现代科学技术体系，当然也是逐步完善的，从六大科学门类到八大科学门类、十大科学门类，再到现在的十一大科学门类，逐渐丰富。他认为这个现代科学技术体系不是死的，是活的，这是个开放的复杂的系统，各学科之间相互渗透、相互促进、不可分割，随着社会的进步，科学的发展，还会不断有新的学科出现。

5.5.2 独特的视角

钱学森的科学分类方法是从认识客观世界、改造客观世界的角度和研究方法之不同来划分的。我觉得，他的科学分类方法有他独到的地方。从历史上来看，过去对科学研究对象的分类方法例如：

(1)18 世纪的林奈，他主要是按照动物、植物、矿物等的外部特征来分类的，当然也考虑到了内部构造来加以区分。林奈把动物分成：界、门、纲、目、科、属、种。有脊椎的为脊椎动物类，没脊椎的为无脊椎动物类，对矿物主要是按照其颜色、硬度、伴生矿物、结晶体的形状等外部特征来分类识别的，有条件的再分析一下它的化学成分做参考。

(2)到了 19 世纪，马克思、恩格斯时代，恩格斯在《自然辩证法》里提到的科学分类法，是按照物质运动形式来分类，最低级的是机械运动形式，然后是物理运动形式、化学运动形式、生物运动形式等。这当然也是对的，事物都是发展变化的，从低级到高级，既符合物质世界发展变化的规律，又包括了各种物质运动形式的特征。我想钱学森也是借鉴了这些思想。

(3)发展到 20 世纪，毛泽东在《矛盾论》里的科学分类方法，是按照科学对象所具有的矛盾特殊性的不同，分成不同的科学研究对象和科学门类。我想，钱学森也会考虑到这种矛盾的特殊性，吸取这些前人的优点，但又突破了他们的局限性。

如果还按照过去这些分类方法的话，那么我们就很难划分和理解当前出现的许多新的学科以及飞速发展的新科学技术各门类之间的关系和发展规律。所以，钱学森根据新时代科学技术发展的新情况，为科学技术提出新



的科学部门分类方法，这是现代科学技术发展的需要，也是从实际出发的。

要理解钱学森的科学技术分类方法，我们还应该弄清什么叫科学。我们过去对科学的理解呢，有的说，科学是系统化的学问，科学是反映事物的理性化的认识；有的甚至说，只有可以量化的才能算是科学的；有的说，实践反复证明它是正确的东西才是科学。定义特多，有几十种解释。但是，在钱学森看来，所谓"科学就是认识世界的学问"。所有关于认识客观世界（包括社会、人、自然、人化自然）的学问，当然它也必定是理性的，正确反映客观规律的、系统化的学问都是科学。

那么，什么叫技术呢？对于技术，有人说，具体操作是技术，做一个工程是技术，或者说，录像机是技术，工厂里工人车、铣、刨、磨叫做技术等等，历来众说纷纭。那么，到底什么才是技术？钱学森说：我认为，"技术就是改造客观世界的学问。"技术还是学问，它不是技术工人的操作行为，不是一个具体的计算机、录音机等设备，也不是个工程实施，它还是学问。是从实践中来的、更贴近实践、更便于去改造客观世界的学问。

钱学森的科学分类标准不是永远按照某个固定的对象、固定的物质运动形式（虽然也要考虑到这些方面），而是依据我们研究问题的角度和方法不同，形成相对有区别的范围作为科学研究的对象。这样一个划分标准的最大特点就是让我们的思路开阔了，不再受以往各门学科区分界限的限制，不再受"隔行如隔山"的分割状况的限制。促使人们自觉地去打破框框，主动地和各方面的专家合作，多学科地综合研究问题，考虑得更全面更明智地去解决问题。

这也和他工作中看到很多人知识面狭窄有关，搞工程技术的人就懂得工程技术那一点，搞文化艺术的人就懂得文化艺术那一小块儿。特别是有些搞工程技术的人，不懂得市场经济，不懂得社会关系、国际政治，不能与世界接轨。搞社会科学的人，不懂现代科学技术，理论脱离实际。他觉得这样下去，于国于民都很不利，不但自己会犯错误，而且工作也很难有创新、有贡献。

总之，钱学森这个科学部门的分类法，既符合现代科学技术发展的实际情况，又填平了各门科学技术之间仿佛永远不可逾越的鸿沟，显示出它们之间原本就相互耦合的动态关系，有利于我们掌握广博的知识，大跨度地思考

问题，“集大成，得智慧”。一旦我们具有了大成智慧，就便于既从宏观上看问题，去制定正确的方针政策，又能够从微观角度去考虑问题、解决问题、落实到位。所以，钱学森关于现代科学技术体系中的科学分类法，是非常重要的科学思想。

5.5.3 重视技术科学

钱学森在现代科学技术体系里，每门科学又划分为三个层次，他为什么要这么划分？这有什么意义？开始我也弄不太清楚，后来，我把自己的理解向钱学森谈了，他没有表示反对，也没有在我的稿子上打叉。我想，我的理解大概还没太离谱。钱学森把现代科学技术每个部门划分成基础科学、技术科学、工程技术三个层次结构我觉得它的意义是：

(1)基础科学，是从技术科学、工程技术实践当中，综合提炼出来的最基本的原理、原则、规律，这部分非常重要，它是技术科学和工程技术发展的先导，也是衡量一个国家科技水平的重要标志。

(2)技术科学是在19世纪中叶以后至20世纪初，才很快地发展起来的，它主要是关于怎样把基础科学准确、便捷地应用到工程实施的学问，钱学森对技术科学非常重视。在这以前，如牛顿力学、迈尔和焦耳的热力学定律和能量守恒与转化定律，以及20世纪初期，爱因斯坦的相对论等，在基础理论层次上都很有成就，也很完美，但是怎样使它变成工程技术呢？好像中间还是有一段距离。而那些搞工程技术的人呢，当时大多是些工匠和技工，是具有实践经验的能工巧匠，理论功底差一些，受到局限。

到了二次世界大战以后，各门科学技术迅速发展起来了，特别是很多先进的科学技术，例如，钱学森熟悉和掌握的应用力学、空气动力学等等，这些都属于技术科学层次的学问，这些学问既有理论的指导又便于指导工程实践，它把基础科学与工程技术的学问给相互沟通了。没有这一层次，理论难以指导实践，也不便从实践中来总结经验，而工程技术缺乏理论的指导很难有所创新，因为你的眼光太狭窄、太短浅了。所以，钱学森主张要特别重视发展技术科学。

(3)工程技术层次就更接近实践了，主要是把基础科学和技术科学的原理、原则、知识应用于实践活动，并在具体的工程实践中总结经验，创造新技



术、新方法，使得科学技术迅速转化为社会生产力。同时，它也是基础科学、技术科学得以丰富、发展的根本动力。

所以，钱学森这个三个层次的划分实际上告诉我们：科学理论不是空泛的、不变的，而是要从工程实践当中不断吸取新鲜的经验，总结、提炼、上升为理论，不断发展理论、丰富理论。告诉我们怎样使理论更好地联系实际，把科学技术的理论迅速转化成第一生产力。也便于我们从现代科学技术体系中，迅速发现科技发展的薄弱层次，找到新的科技生长点。它对于人才的培养、大学或研究院的专业设置、学科建设、院系调整以及科学技术的图书分类等等也都提供了重要的思路和方略。

5.5.4 科学与哲学的结合

我觉得强调现代科学技术和哲学的相互关系，这是钱学森科学思想的一个特点，也是现代科学技术体系的一个很重要的特点。他不是只讲科学技术，他很注意哲学思维，他认为每一门科学技术都应该有它的哲学概括，通过这样一个哲学概括(他称之为桥梁)，才能上升到马克思主义哲学。

这里，我想多说几句，因为我是搞哲学的，我很注意他的哲学思想是怎样的。在此之前，特别是“文革”十年，马克思主义被歪曲、教条化以后，人们提起它都很反感，马克思主义仿佛走入了低谷，钱学森为什么还对它这样感兴趣？我注意向他请教以后，发现他对马克思主义哲学有他独到的见解。他特别推崇马克思主义哲学的辩证唯物论，也就是辩证唯物主义。他认为，马克思主义哲学的唯物论和辩证法是不可分割的，而历史唯物主义实际上是辩证唯物主义的运用和发展，而不是两个组成部分，也不是三个组成部分(有的还加上认识论部分)。马克思主义哲学的核心和基本内容就是辩证唯物主义。

什么是哲学呢？过去我们都知道，哲学“是关于自然知识和社会知识的概括和总结，此外还有什么呢？没有了。”这是毛泽东在《整顿党的作风》一文里讲的。钱学森的思想特别活跃，他结合当今科技发展的现状提出：“马克思主义哲学，辩证唯物主义是人类一切知识的最高概括”，“也是人的一切实践的概括”。我体会他这样一概括，简直把人类的一切知识和经验都概括和总结进去了，也不神秘了。哲学是科学技术体系的最高层次，它是认识世

界和改造世界的科学。

马克思主义哲学又是以人的社会实践为基础的，它扎根在这些科学技术知识当中，并且随着科学技术的发展而发展。要想发展深化马克思主义哲学，应首先注意研究和提炼各门科学技术的哲学问题，然后再上升到马克思主义哲学本身。他还说："我们离经不叛道"。为什么呢？因为我们坚持唯物论，坚持辩证法，坚持辩证唯物论的科学观和方法论，一刻也不应离开这个基本原理，我们一定要坚持，谁反对马克思主义的辩证唯物主义都是不对的，肯定要犯错误的。我觉得，作为一个大科学家他提出这样科学的哲学观，对于发展马克思主义哲学很有启发，值得深入研究。

他强调这一点有什么意义呢？因为从哲学的高度，从世界观、方法论这个高度，最容易把看上去不相通的各门科学技术：军事科学、社会科学、思维科学、地理科学、行为科学、系统科学等等，都相互串通起来、概括起来。有了这样的哲学观和方法论，对于我们如何把各门科学融会贯通、相互借鉴、相互补充，给予了重要的启示。

在现代科学技术体系的外围，还有一些重要内容，就是大量古往今来人们对世界的探索、认知、初步的哲学思考，以及很多还没有成为科学的知识，没有成为很明确的技术知识，一些不成文的实际感受、直觉、灵感、潜意识、能工巧匠的手艺，那些"只可意会、不可言传"的东西，甚至梦等等，这些东西放在现代科学技术体系里面不合适了，钱学森就给它们放在外围了。他说：这些外围的东西是非常非常重要的，暂时属于前科学的知识库，对这些前科学的、比较感性的东西可以通过不断实践，反复对比、鉴别、分析、综合，将其中有价值的东西提升到理性认识，再逐渐纳入科学技术体系中去，它是我们科学技术知识的来源，也是我们哲学思想与艺术创作的源泉。他曾说："马克思主义哲学也是一切实践的概括和总结"，我想是包括这些外围的东西。这显示出他特别重视实践和经验在形成科学知识、科学世界观和方法论中的地位和作用。可见，这样一个现代科学技术体系比较完整、科学、严密、有独创性，也有利于哲学和科学技术的发展。

今天，他能做出这么杰出的贡献，受到大家的尊敬，与他科学思想中这些特点分不开，就是：①科学技术与哲学的结合，科学技术要接受马克思主义哲学的指导，哲学也应随着科学技术的发展而发展。②他的科学思想来

自实践,是从实际出发的,实事求是的,所以他也是理论与实际的结合。③他的现代科学技术体系里既有自然科学、社会科学,还有文学艺术,他对文学艺术也很爱好、理解,有很深的文学艺术修养,所以他的科学思想还有一个特点是科学与艺术的结合。我觉得这三个结合是他科学思想中很突出的特点。

但是他对马克思主义的理解绝对不是教条的,我举个例子。我曾对他谈起:您的科学技术体系把自然科学和人文科学合在一个体系中并强调它们的相互融合,其实马克思也讲过,在《1844年经济学哲学手稿》里马克思说:"自然科学往后将包括关于人的科学,正像关于人的科学包括自然科学一样:这将是一门科学。"他说:"你拿给我看看。"我就把《马恩全集》第42卷拿给他看,他看了之后问:"马克思后来有没有再讲这些?"我说:"马克思后来好像再没有讲过这些,就在这儿讲了。"他说:"哦,它是马克思年轻时候提出来的观点,说得不算太明白,后来也就没再提了。我思考这些问题的时候并不知道马克思说过这样的话,我们可能是想到一块儿啦!那这样吧,咱们别老是拽着马克思,什么都让他负责了。我们学他的立场、观点、方法,'离经不叛道',他说过更好,他没说过的,我们只要是符合实际,实事求是,追求真理的言行,都可以说、都可以做。要是我们不敢创新,没有发展,马克思主义还有什么用了呢?"

钱学森很早就对哲学感兴趣。他在交大的时候,有一年生病休学回家之后,看了一些书。当然了,那个时候中国还没有引进很多马克思、恩格斯的东西,但他读了普列汉诺夫的艺术论、布哈林的唯物论以及匈牙利的社会学家写的东西,他们都是用唯物论观点、唯物史观来研究艺术、社会现象的。另外,他还读了一些西洋哲学史和胡适的《中国哲学史大纲》(上册)。他觉得,读来读去还是唯物史观和辩证唯物主义有道理,文学艺术和复杂的社会现象都可以从经济基础、社会实际出发找出规律来,这对他很新鲜。

后来到了美国,他和火箭小组里有的人,一起参加了课余的马列主义学习小组,他们还读了一些诸如恩格斯的《反杜林论》之类的著作。他觉得,马克思恩格斯的思想方法、思想观点很有启发性,他在研究工作中也很注意从实践中提炼问题,既唯物又辩证地研究工程技术当中的一些问题。例如:《工程控制论》一书的形成,就是他一方面从宏观上、发展地、系统地来考虑,

一方面又深入实际，从实际出发，研究、提炼设计稳定与制导系统这类工程技术实践中的具体经验，逐渐写出了《工程控制论》。工程控制论对促进自动化科学技术理论的研究，起了重要作用，并在一定程度上推动了电子计算机、航天、核能等技术革命的发展。

钱学森回国之后曾说："我在美国虽然有一点感受，但是回到祖国以后学习马克思主义哲学以及马克思、恩格斯的一些经典著作，这使我的思想更加开阔，我觉得我在美国的那点体会不如他们说得那么深刻、那么全面，这些很有用，我们应该学。当然，你不学也可能有所成就，但是受局限，如果你能够懂得马克思主义的辩证唯物论，自觉地运用科学的世界观和方法论，那么当你研究问题、思考问题的时候，就能够更主动、更迅速地去获得智慧，有所创新，如虎添翼，你何乐而不为呢？"

钱学森对非马克思主义学派的哲学是有保留的。我们有些同行专门研究西方马克思主义各个流派，想从中吸收他们的一些思想来丰富发展马克思主义。他曾说："这条道路不可取！首先，西方的那些所谓的马克思主义者，搞的是不是真正的马克思主义，你要弄清楚，有的是打着马克思主义旗号的。再者，你要看它的思想内容，不能完全地把它搬过来丰富发展马克思主义。"

我理解，随着20世纪科学技术的发展和社会的进步，时代提出来一些新的问题值得思考，非马克思主义各个学派的研究成果，有些我们可以参考、借鉴，但是不能全盘搬过来。我们要有中国人独到的见解，中国有悠久的文明史和优秀的文化传统，我们应该汲取中国传统文化的精华，以及当今世界各国科学技术成果的丰富内容，用唯物辩证的哲学观点进行概括、提炼。这是我们21世纪应该具有的新哲学——科学的世界观、方法论。钱学森曾笑着对我说："我们做一次伟大尝试吧！"我猜想，这大概就是让我们从实际出发，深入掌握现代科学技术体系的知识和中国传统文化的精华，"集大成，得智慧"，用以对新世纪的人们应该有一个怎样的世界观、方法论才是正确的、科学的，做一个探索、一个这样的"伟大尝试"。

5.5.5 智慧的体系

钱学森关于大成智慧学的形成与现代科学技术体系紧密相连。记得他对我好像这样说过："开始的时候，我只是觉得这些新学科的发展、交叉科学



的出现，它们相互贯通、相互促进，这使得老的科学技术部门划分的方法不适应了，应该有一个新的科学门类划分方法，当时我只想到这儿。后来，大约在20世纪80年代初，我才逐渐感觉到现代科学技术的飞速发展已经形成一个完整的体系，从六大部门发展到八大部门，到现在已发展成十一大部门，包括了文学艺术、传统文化。所以，我过去讲的科学技术体系的概念还要再扩大，变成智慧的体系。即大成智慧学。"

回想起来，1989年秋，他先让我研究现代科学技术体系，到了1992年初，他又建议我继续研究大成智慧学，他对我说："你已经起步了，要继续干下去，请写篇大文章。"这样，钱学森一下子又把现代科学技术体系观给提高了。关于大成智慧学的核心，后来他概括为哲学和科学技术的统一结合。他说："我想我们宣传的'大成智慧'……就在于微观与宏观相结合，整体（形象）思维与细部组装向整体（逻辑）思维合用；既不只谈哲学，也不只谈科学；而是把哲学和科学技术统一结合起来。"所以，这个大成智慧学既是个哲学观，也是个科学观。它要求哲学与科学技术的结合，逻辑思维与形象思维的结合，科学与艺术的结合，微观与宏观的结合，整体与部分的结合。大成智慧学是钱学森晚年一个很重要的理论贡献！

钱学森特别强调整体观，我们理解现代科学技术体系的时候就要有一个整体观，这是钱学森一贯的思想，用整体观来研究问题、考虑问题，这也是系统科学的一个重要思想。研究问题要从细部着手，从实际出发，调查、实验、认真分析，这是非常必要的；但是如果不从整体上观察，不从相互的联系上、发展上全面地来考虑，就会受还原论思想的局限，走向机械的、形而上学的思维方式，容易犯主观、片面的错误。所以，他强调一定要有整体的思想和大成智慧，把整体论与还原论辩证地统一起来。他有一篇文章：《要从整体上考虑并解决问题》1990年底发表在《人民日报》上，是方法论上的一个突破，也是科学发展观的理论依据。

对于怎样才能获得科学而整体的思想和大成智慧，钱学森提出大成智慧工程，从定性到定量综合集成法，还要搞个研讨厅。当然也可以在互联网上开会、讨论、交流，这是实现"集大成，得智慧"最好的方法。另外就是钱学森提出总体设计部，他非常重视这个总体设计部。他认为，从中央到各级政府、各个层次都应该有总体设计部，一个大的工程实施，也应该有总体设计

部，有这样一个参谋咨询机构，工作起来才能配合默契，才能更加民主与科学。这实际上也是政治体制上的问题，发扬民主、科学决策。他特别强调总体设计部里要有各个方面的专家来民主讨论、充分发挥每个人的积极性，敞开思路，反复研究。像三峡工程那样，集中水利、经济、地质、建筑、文物、机电、人事等各方面的专家，共同商讨。钱学森也强调总体设计部的总设计师必须是位大智大德的帅才，必须知识渊博、作风民主、能团结人，善于发挥每个人的潜力和积极性，善于集中集体的智慧，勇于创新。

钱学森特别强调要有学术民主。他刚回国的时候，对国内那种学术风气很不习惯，总是领导说了算，大科学家说了算。专家讲完了课之后，底下没有什么反映，不管你讲什么，下面都是附和几句就算完了。他说："这样怎么行？怎么能做好工作？怎么能有所创新？"有一次他在中科院讲课的时候，故意写错了一个数学推导，当时在座的有个刚毕业的青年学生立刻说："喂！钱先生，你那个地方写错啦！应该是……"钱老一听，非常高兴，他说："好极了！我就是要你们这样注意发现问题，我是故意写错的，看你们动脑筋不动脑筋！"计算机普遍应用之后他特别兴奋，让我们采用人-机结合，以人为主的方式，发挥每个人的聪明才智，然后汇集起来，"集大成，得智慧"。

5.5.6 为了祖国的强大

钱学森总是站得高、望得远，思想很敏锐，满腔爱国情。1989年，那时计算机还没有进万家，也没有进学校。我当时还没有看见过小型计算机是什么样子，只看到过满屋子大的计算机。当时，他就预感到通信和信息科技革命的发展特别是计算机的普及，对中国经济社会的发展，我们的生活方式、思维方式，以至对整个世界发展的影响都将是巨大的、无可估量的。他并且让我们写了两篇文章，论述信息革命的重大影响，一篇是《我们正面临第五次产业革命》，阐述当今以微电子信息技术革命为先导的第五次产业革命的重大意义；另一篇是《科学技术是第一生产力》，实际上也是侧重讲信息革命、互联网络的巨大作用的。

钱学森每天都要阅读大量的中外文图书和报刊，他一下子就抓住了这个信息时代的特点，让我们注意学习、好好研究，并且希望中国人都能重视这个问题，关注世界上的这个巨大的变化。科学技术在飞速发展，如果我们



中国人能把握并跟上这次科学技术革命的话，我们在 21 世纪中期，赶上中等发达国家，奔上小康不成问题。这方面，他满怀信心和期待。

他思维敏捷与他知识渊博又熟悉国外情况有关，他的外语非常好，能够及时掌握外国的科学技术发展的最新成果。所以，他总能够站在世界科学技术发展的最前沿，高瞻远瞩。钱学森如此聪慧，还和他十分热爱祖国、决心振兴中华有关。他对祖国人民特别是对农民的深厚情感也是非常感人的。他对发展农业、改善农民生活想得很周到、很细致。他从 1980 年就开始提倡搞农业系统工程，1984 年又在中国农业科学院的学术会议上，详细论述了建立农业型的知识密集产业（包括农产业、林产业、草产业、海产业、沙产业等）的必要性。此后 20 多年，他时刻为农民设想，怎么才能使农民既种好庄稼，又改善生态环境，使农民能够生产得更好，收获得更多，顺利地投入市场，增加收入，他指导得很具体。同时，他又不断地给国家有关部门领导人写信、打报告，请他们关注这些大事。

钱学森对国家的关心与热爱还集中表现在他对总体设计部的建议。他曾多次向江泽民等政治局常委们建议，请他们重视这个问题。他曾对我说："这个总体设计部是我们的命根子。"我觉得，钱学森可以感到欣慰的是，改革开放以后，党和国家领导人对他的这一建议还是注意倾听了，并且逐渐吸取了不少做法。现在中央虽然还没有采纳"总体设计部"这个名称，但是党和国家已提出要注意协调各方面发展的科学发展观，并表明："今后我们国家重大的经济开支、规划、战略决策一定要集体讨论，要靠集体的智慧，不能一个人决定。"群策群力、集思广益，真正贯彻民主集中制，这也就是总体设计部所要求的重要思想。

还有，钱学森提出的三个文明建设：物质文明建设、精神文明建设、政治文明建设，已经完全被中央采纳了，并且加上一个社会文明建设。政治文明建设这个概念是钱学森最先提出来的，记得那是 1993—1994 年，我们合写那本《开放的复杂巨系统》的时候，我分工写全书的最后部分："社会系统和地理系统"。我按照钱学森的思想，在社会系统部分写上了三个文明建设，后来出版社给我的稿子打回来了。他们在一封意见书里写道："中央提的是两个文明建设，你们的书稿的最后部分提三个文明建设，恐不符合中央精神，请考虑修改。"我看到之后挺为难，当时，中央是提的两个文明建设，怎么

办呢？我想钱学森的提法很重要啊，他提出政治文明建设来请大家重视，有什么不好呢？否则，经济发展了，物质生活改善了，精神文明抓起来了，文学艺术也繁荣了，可是如果政治体制一直不改革，民主、法制怎么能贯彻得好呢？经济的繁荣、人们的积极性怎么能得到保障呢？所以，就向出版社表示："钱学森是这么说的。"后来，他们也就没再追究了。

现在政治文明建设这个概念已经被中央肯定并普遍使用了，政法界还特别拥护，觉得这对于国家法制的建设与管理、政治改革与民主建设很有意义。钱学森的思想慢慢被人们理解以后，会发生很大的社会作用。他的思想其实还有很丰富的内容，他写的东西很多，他的信件成千上万，里面都非常精彩，他从不写空话。钱学森不仅是一位大科学家，他还是一位战略思想家，他很多英明的见解是 10 年、甚至 20 年前就提出来了，真是了不得！我也时常觉得挺奇怪的。

本文是 2004 年 4 月 16 日在总装备部远望楼宾馆
与上海交大史贵全、姜玉平博士谈话摘录





第6章 钱学森的"大成智慧学"

新的世纪将是高科技群体飞速发展和新的科技革命、社会革命相继到来的世纪，这将是又一次伟大的文艺复兴和大智大德的新人辈出的世纪。然而，前方的道路依然坎坷，美好前景不是唾手可得，人类的未来、国家的昌盛比以往任何时候都更加依赖于人们对科学技术知识的掌握、运用与创新，依赖于有智慧的人。

如何尽快提高人们的智能，以适应新世纪发展的需要？这是钱学森几十年来，尤其是近十年来，着力探索与思考的时代课题。他认为这是件大事，很重要，其意义甚至不亚于当年"两弹一星"的研制、发射。他所倡导的"大成智慧学"简要而通俗地说，就是引导人们如何尽快获得聪明才智与创新能力的学问。其目的在于使人们面对新世纪各种变幻莫测、错综复杂的事物时，能够迅速做出科学而明智的判断与决策，并能不断有所发展、有所创新。

"大成智慧学"与以往关于智慧或思维学说之不同，在于"大成智慧学"是以马克思主义的辩证唯物论为指导，利用现代信息网络、人-机结合以人为主的方式，集古今中外有关经验、知识、智慧之大成。英译为："Theory of meta-synthetic wisdom utilizing information network structured with marxist theory"。

钱学森有时也把"大成智慧学"英译为："Science of wisdom in cyber-space"，把"大成智慧"英译为："Wisdom in cyberspace"[①]，借以强调"大成智

① 钱学森于1995年3月23日给钱学敏的信。

慧”的特点是沉浸在广阔的信息空间里所形成的网络智慧。“大成智慧”是在知识爆炸、信息如潮的时代里，所需要的新型的思维方式和思维体系。

“大成智慧”的核心是科学技术与哲学的结合。钱学森曾说：“我想我们宣传的‘大成智慧’……既不只谈哲学，也不只谈科学，而是把哲学和科学技术统一结合起来。”①

“大成智慧学”的内容涉及广泛，探索得也很深了，但并不是神奇莫测、高不可及。要想成为“大成智慧者”，重要的不仅要利用人-机结合的思维体系，下苦功夫掌握广博的知识、经验、信息，还要从实际出发，实事求是，善于思考，反复实践，努力树立起反映新世纪的世界观、人生观、科学观、方法论。

6.1 “大成智慧学”提出的时代背景和社会条件

21世纪是一个需要“大成智慧”并且产生“大成智慧”的时代。“大成智慧学”的提出不是“空论”，也不是“吹牛”，而是历史的必然、时代的使命。

6.1.1 新世纪的呼唤

“大成智慧学”是新世纪的需要。回顾过去，展望未来，随着科学技术的发展与革命，必将引起经济的社会形态，主要是社会生产体系的变革与飞跃，以至推动社会制度的转变和社会形态的变迁，这就是产业革命。按照这样的社会发展观来看，在人类历史上，从火与铁的发现与使用开始，我们已走过了畜牧业、农业、手工业以至机器制造、电力应用等为主的第一、二、三、四次产业革命时期，经历了原始社会、奴隶社会、封建社会、资本主义社会等多种社会形态的兴衰变迁。现在，我们正面临的是第五次产业革命时期。

第五次产业革命大约从第二次世界大战以后至今，是以相对论、量子力学等科学革命为先导，以一大批高新技术(核、激光、航天、新材料、生物工程等)为动力的微电子信息技术革命。21世纪相继到来的还有以细胞、基因、微生物、酶等科技成果为代表的生物科学与生物工程技术(包括农业科学技术)的大发展，和以人体科学(医学)、生命科学等学科为主导，带动各种科学技术飞速发展的第六次和第七次产业革命。

---

① 钱学森于1997年4月6日给钱学敏的信。



第五次产业革命的浪潮，推动了世界经济的飞速发展，虽然也有暂时的经济衰退，但国际市场日益扩大，国际分工越来越细，世界经济日趋全球化。世界正在向多极化发展，并且逐渐形成一个互相联系、难以分割的大社会，这个大社会是一个包括各种不同国家政体、不同经济发展状况、不同意识形态为主导、不同种族、不同文化，而且打破地区界限、各国相互关联的大社会。钱学森称之为"世界社会形态"[①]。这将是继资本主义社会形态发展之后，人类向(社会主义)共产主义过渡并开创世界大同的社会形态。

在这"世界社会形态"形成的时期，哪个国家要想发展，都不能闭关自守。各国之间既相互依存又有矛盾和斗争。目前这场以"和平、友好、互利"形式出现的经济实力的竞争和以经济实力为基础的各国综合国力的较量，归根结底是一场"科技战"、"智力战"、"人才战"。1986 年钱学森说："如果下一个世纪科学技术在一个国家中不居领先位置，它的整个经济活动、国际地位就很难保住。"[②]

而高科技是各国争夺的制高点。那么，怎样才能抢占这个制高点？当然是要有一大批高智慧的人才，尤其是帅才、将才。第五次产业革命"对人民提出这样高而广泛的智力和知识的要求，是人类历史上前所未有的，可以说是人类社会发展的一次重大变革。"[③]这是新世纪对"大成智慧"的呼唤。

6.1.2 新世纪的骄子

第五次产业革命为形成"大成智慧"创造了条件。如果说以往，特别是 18 世纪下半叶开始以蒸汽机技术革命为先导的第三次产业革命，推动了以机器为基础的近代工业的兴起，开创了人-机结合的物质生产体系。那么，第五次产业革命，由于高科技的迅猛发展，特别是微电子信息技术革命带来的电子计算机、多媒体、灵境技术(Virtual Reality)、信息网络等技术和设备的使用与普及，不仅开创了新一代人-机结合的物质生产体系，正在改变着人们的生产方式、管理方式、工作方式，进一步扩大与提高了社会的"物质生产力"；而且开创了新型的人-机结合的知识生产体系，正在改变着人们的思

---

① 钱学森于 1993 年 2 月 16 日和 3 月 4 日给钱学敏的两封信。

② 钱学森：《从世界经济发展的总特点看当前我国的改革》，《理论动态》，1986 年 12 月 30 日。

③ 钱学森：《评"第四次世界工业革命"》，《世界经济导报》，1983 年 10 月 10 日。

维方式、学习方式以至传统观念，形成一种无可估量的“精神生产力”。这两种生产力的互相促进，将使人们的精神与智能迸发出无限的力量。

这是由于20世纪中叶以来，飞速发展起来的这些微电子信息技术与设备的普及，使得人们在信息的获取、传输、存储、检索、处理以至利用信息技术进行组织、协调、控制、决策等方面都发生了效率空前的变化。通过因特网，人就与整个世界联在了一起，将来“数字化地球”建设起来，利用全球和卫星上各种信息资源，将更加便捷。从而，人们的思维空间将大大拓展。

信息技术革命也使得人们对客观世界认识的深度前所未有，高速计算机和灵境技术等为进行高难度复杂性的科学研究提供了崭新的研究方法。使科学家有可能走进虚拟世界，“飞入”太空，巡游在宇宙天体之间，或“深入”微观世界，调动分子、原子，或“进入”人体，手术、会诊等等，皆如身临其境。特别是大型高速计算机对于巨大而复杂的工程设计、控制试验进程、数据计算与处理等方面的大量工作，其运作的速度与精确度是人脑难以企及的。因此它能把人们从记忆、计算等繁重的脑力劳动中解放出来，“把智慧集中到整理人类的知识，全面考察，融会贯通，从而能搞更多更高的创造性脑力劳动。人将变得更为聪明，人类的前进步伐更将加快。”①

钱学森说：“信息革命的一个与前几次产业革命不同之处似在于直接提高人的智能。”②一切聪明而智慧的人，所有的大成智慧者，将是新时代的主人，新世纪的骄子。那将是“新的人类”、“新的社会”。

6.2 大成智慧学构成的科学基础和知识源泉

“必集大成，才能得智慧！”③而我们“集”的对象，主要就是现代科学技术体系中所包含的知识以及体系外围的经验、感受。因此，几千年来人类灿烂的文化艺术和日新月异的现代科学技术知识，是大成智慧学的科学基础和知识源泉。

---

① 钱学森：《情报资料、图书、文献和档案工作的现代化及其影响》，《科技情报工作》，1979年。

② 钱学森于1996年5月12日给黄顺基的信。

③ 钱学森于1997年4月6日给钱学敏的信。



6.2.1 现代科学技术体系

认清现代科学技术发展的特点及其体系结构，树立现代科学技术体系观（大科学观），是有效地“集大成，得智慧”的关键。20世纪是人类历史上科学技术空前发展和灿烂辉煌的时期。一大批交叉学科、边缘学科蓬勃兴起，现代科学技术愈分愈细，门类繁多。加之信息技术革命的发展，人们对世界认识的范围日益广阔，层次更为深入。与此同时，各学科相互渗透、相互耦合的整体化趋势也愈益增强。

20世纪80年代初，钱学森指出：“现代科学技术不单是研究一个个事物、一个个现象，而是研究这些事物、现象发展变化的过程，研究这些事物相互之间的关系。今天，现代科学技术已经发展成为一个很严密的综合起来的体系，这是现代科学技术的一个重要的特点。”①因此，“要进行社会主义建设，改造客观世界，就必须运用人类通过实践认识客观世界所积累的知识，而其中一个重要组成部分就是现代科学技术的整个体系。”②

钱学森认真总结了现代科学技术和文学艺术发展的成就与趋势，从系统观的角度揭示了现代科学技术发展的整体状况，建立起一个开放复杂的“现代科学技术体系”。这个体系包括所有通过人类实践认知的学问。目前暂分为11大部门：自然科学、社会科学、数学科学、系统科学、思维科学、人体科学、军事科学、行为科学、地理科学、建筑科学以及文艺理论等。“这是个活的体系，是在全人类不断认识并改造客观世界的活动中发展变化的体系”③。随着社会的发展、科学的进步，这个体系不仅结构在发展，内容也在充实，还会不断有新的科学部门涌现。

这种科学分类法是从人们研究问题的着眼点或看问题的角度之不同，来区分各科学门类的。而各门科学所研究的对象其实都是统一的、同一的，即整个客观世界（包括自然、社会、人和人化自然等），这是各门科学技术知识相互渗透、相互借鉴、相互统一的客观基础。

这种科学分类法，突破了18世纪林奈按动物、植物、矿物等的构造或外

---

① 钱学森：《现代科学技术和科学政策》，中共中央党校出版社，1993年，第80页。

② 钱学森：《论系统工程》，1988年。

③ 钱学森：《社会主义现代化建设的科学和系统工程》，中共中央党校出版社，1987年。

部特征的人为分类法；扩展了19世纪恩格斯按照物质运动形式区分自然科学各门类的方法；深化了毛泽东关于矛盾特殊性是科学研究领域划分根据的思想。

这种科学分类法，从各学科的横向结构上填平了以往各门科学技术之间隔行如隔山，那种仿佛永远不可逾越的鸿沟，显示出各门科学之间原本就相互贯通、相互促进、统一而又不可分割的动态网络关系。为广开知识之源，进行大跨度的思维，敞开了绿色通道。

钱学森曾说："跨度越大，创新程度也越大。而这里的障碍是人们习惯中的部门分割、分隔、打不通。而大成智慧学却教我们总揽全局，洞察关系，所以促使我们突破障碍，从而做到大跨度的触类旁通，完成创新。"[①]这是现代科学技术体系观对集成智慧的重要启示之一。

6.2.2 科学技术三层次

在现代科学技术体系的纵向结构上，每一个科学技术部门都按照是直接改造客观世界，还是比较间接地联系改造客观世界的原则区分为：基础科学、技术科学、应用技术三个层次（文艺理论的层次划分略有不同）。三个层次之间是相互关联的。

基础科学，是综合提炼具体学科领域内各种现象的性质和较为普遍的原理、原则、规律等而形成的基本理论。其研究侧重在认识世界过程中，进行新探索、获得新知识、发现新规律，形成更为深刻的理论。它是技术科学、工程技术发展的先导，也是衡量一个国家科技水平与实力的重要标志。

技术科学，是20世纪初至第二次世界大战前，才在科学与技术之间涌现出的一个中间层次。它侧重揭示现象的机制、层次、关系等的实质，并提炼工程技术中普遍适用的原则、规律和方法。主要是如何将基础科学准确、便捷地应用于工程实施的学问。它是科学技术转化为社会生产力的关键。

应用技术，侧重将基础科学和技术科学知识应用于实践活动，并在具体的工程实践中，总结新经验、创造新技术、新方法，使科学技术迅速成为推动社会生产力的学问。应用技术的发展，也必将丰富、完善技术科学、基础科

① 钱学森于1994年2月13日给钱学敏的信。



学，它是技术科学、基础科学发展的根本动力。

科学技术三个层次之间的关系与影响是双向的、统一的。钱学森曾说："人首先要认识客观世界，才能进而改造客观世界。从这一基本观点出发认识客观世界的学问就是科学，包括自然科学、社会科学等等。""改造客观世界的学问是技术。"而人们在认识世界和改造世界的过程中，主体与客体、认识与实践是相互作用、辩证统一的。所以，钱学森赋予现代"科学"与"技术"的含义，实际上也体现了科学技术相互补充、相互促进的内在统一性。例如，在自然科学部门中，物理学属基础科学；应用力学、电子学属技术科学；航空航天工程、电力工程属工程技术。但这三个层次之间又是相互渗透、相互促进的。

科学技术三层次的区分，便于我们自觉地使理论联系实际，促进生产力发展。也便于我们迅速明确某个学科在整个现代科学技术体系中的地位和作用，易于找到薄弱层次和新的科技生长点，打开局面，集中人力、物力，去研究、去探索。在培养有高度智慧的人才时，也与科学技术三层次密切相关。20 多年前，钱学森根据自己当时熟悉的科技领域，建议在国防科技大学所设置的八个系的专业就是把基础理论、技术科学、应用技术统一起来的考虑。它们是：

一系：力学与应用力学；二系：核物理与物理工程；三系：控制论与控制工程；四系：电子学与电子工程；五系：化学与应用化学；六系：计算机理论与工程；七系：数学与系统工程；八系：仪器与仪器设计。

1991 年秋，面对国际间的激烈竞争，钱学森关于尽快在我国建立科学技术业向中央的建议，也是将科学技术三个层次（各种科研院所—各种科技专业开发公司—各种综合系统设计中心）紧密组织起来成为一条龙，有效地转变成生产力的构想①。

要想在"科教兴国"的战略实施过程中出智慧、出成果、出人才，就不仅要多学科知识的综合集成，还要注意将科学技术三个层次的知识与经验、理论与实践紧密结合起来。这是现代科学技术体系观对集成智慧的重要启示

---

① 钱学森：《我们要用现代科学技术建设有中国特色的社会主义》，《九十年代科技发展与中国现代化》，1991 年。

之二。

6.2.3 科学技术与哲学

在现代科学技术体系各科学技术部门三个层次之上，还有一个层次就是各学科的哲学概括。这是通向整个体系的最高概括——马克思主义哲学(辩证唯物主义)的桥梁。它们是：自然科学的自然辩证法、社会科学的历史唯物论、数学科学的数学哲学、系统科学的系统论、思维科学的认识论、人体科学的人天观、军事科学的军事哲学、行为科学的人学、地理科学的地理哲学、建筑科学的建筑哲学、文艺理论的美学。这 11 架桥梁共同构成马克思主义哲学的主要内容和科学基础。各门科学技术通过各自的桥梁，在哲学的层次上，也最易找到共同点、结合点，从而相互融通，相互促进。

"把马克思主义哲学放在科学技术整个体系的最高层次，也说明了马克思主义哲学的实质：它决不是独立于现代科学技术之外的，它是和现代科学技术紧密相连的。也可以说，马克思主义哲学就是全部科学技术的科学，马克思主义哲学的对象就是全部科学技术的科学，马克思主义哲学的对象就是全部科学技术。"①

就此而论，今天马克思主义哲学的含义应有新的扩展，它不应仅仅是自然科学与社会科学的概括和总结了。钱学森提出："马克思主义哲学，辩证唯物主义是人类一切知识的最高概括"②，马克思主义哲学"也是人的一切实践的概括"。③ 早在 1978 年钱学森就强调："哲学作为科学技术的最高概括，它是扎根于科学技术中的，是以人的社会实践为基础的；哲学不能反对、也不能否定科学技术的发展，只能因科学技术的发展而发展。"④而发展深化马克思主义哲学应先着眼于那 11 架桥梁，然后再考虑上升到马克思主义哲学本身。

马克思主义哲学(辩证唯物主义)作为人认识客观和主观世界的学问，它的世界观、方法论，对各门科学技术体系的建构与发展的指导作用是很明

---

① 钱学森等：《论系统工程》，1988 年，第 528 页。

② 钱学森：《正确对待祖国历史文化传统认真学习马克思主义哲学》，《自然辩证法报》，1988 年第 2 期。

③ 钱学森于 1994 年 1 月 9 日给钱学敏的信。

④ 钱学森：《科学学、科学技术体系学、马克思主义哲学》，《哲学研究》，1979 年第 1 期。



显的。钱学森从1955年回国以后，几十年来一直强调科学家要掌握科学的哲学，他说："一个科学家，他首先必须有一个科学的人生观、宇宙观，必须掌握一个研究科学的科学方法！这样，他才能在任何时候都不致迷失道路；这样，他在科学研究上的一切辛勤劳动，才不会白费，才能真正对人类、对自己的祖国做出有益的贡献。"①

各门科学技术作为认识世界和改造世界的学问，其研究成果对辩证唯物主义哲学也会有着深刻的影响，从钱学森的下列几例可见一斑。

他根据当前物理学、天文学、数学、化学、地质学、生物学等数学科学和自然科学发展的成就，在人们观察和研究宇宙时惯用的"宇观"、"宏观"、"微观"之外，又提出"胀观"与"渺观"。为从各个层次上研究和认识客观物质世界打开了通道。这个统一而多层次的宇宙观，为唯物主义的世界观作了更为深入的科学论证。

他关于科技革命必然引起产业革命与社会革命乃至文化革命的社会历史观，关于现代中国的三次社会革命论，以及关于世界社会形态等理论，从社会科学的角度为唯物史观增添了新的内容。

他倡导的系统科学，是从普遍存在于客观世界的各种系统的结构、层次、功能、性质、发展规律等侧面去研究整个客观世界的；特别是开放复杂巨系统的理论与方法，是对唯物辩证法的丰富与发展。

他倡导的思维科学，是研究人脑通过思维活动，怎样处理从客观世界获得的信息的科学，侧重于研究如何利用计算机、信息网络等设备与技术，人-机结合以得到正确的认识和改造世界的知识，并进行创造性思维的科学，因而，使得辩证唯物主义认识论具有新时代的特征。

由此可见，我们不仅需要接受马克思主义哲学的指导，而且应看到，各门科学技术的发展对马克思主义哲学（辩证唯物主义）基本原理与方法的补充、更新、发展有着极为重要的作用。科学高峰离不开理论思维，在新的世纪里，科学与哲学将更会相互交融、相辅而行。这是现代科学技术体系观对集成智慧的重要启示之三。

---

① 洛翼：《一个有思想的科学家——钱学森博士访问记》，《中国新闻》，1956年3月2日。

6.2.4 科学技术与前科学

在这个现代科学技术体系的外围，还有大量一时还不能纳入体系中的古往今来人们对世界的探索、认知、初步的哲学思考以及点滴的实践经验、不成文的实际感受、直觉、顿悟、灵感、潜意识，能工巧匠的手艺，“只可意会、不可言传”的东西，甚至梦等等，这是个流动、变化很快的知识库，仿佛没有什么逻辑，但在我们头脑中有，归根结底也是实践的产物，这些暂属于前科学的知识库。它可以通过人们主动地在实践中反复比较、鉴别、分析、综合，逐渐将其中有价值的东西提升到理性认识，纳入到现代科学技术体系中，使之不断丰富与发展。这是人们认识与实践的历史长河，永不停息，是科学知识和艺术创新的源泉，是很不容易也是很了不起的开拓性事业。

现代科学技术体系及其外围前科学的知识库，包括了古今中外人类在实践中认知的全部学问、知识、经验、信息、智慧，是集大成过程中“集”的对象与内容，也是大成智慧学的科学文化基础和知识源泉。努力利用现代科学技术体系，特别是其外围的前科学知识库里的经验、感受，将经验—科学—哲学综合集成起来，“大成智慧”才能不断集成出新，不致成为无源之水、涸辙之鲋。这是现代科学技术体系观对集成智慧最重要的启示。

现代科学技术体系及其外围的点滴感受和经验，是人类现在所认识到的关于客观世界知识的全部精华，因而其最高概括——马克思主义哲学也应该是人类智慧的结晶。哲学(Philosophy)，古希腊文为“爱智慧”的意思。所以，“大成智慧是古老的‘爱、智、慧’概念的更进一步，更具体了”。[①] 或许可以这样理解，“大成智慧学”赋予马克思主义哲学以新内涵、新基础、新概念，是对马克思主义哲学的丰富、发展与深化，也是对新世纪科学的哲学体系建构与发展的伟大尝试。

6.3 大成智慧学的理论基础与方法论

现代科学技术发展的各项成果及其体系结构是“集大成，得智慧”无尽的知识源泉。但是，要想真正有效地获得解决复杂性难题的智慧与决策以

---

① 钱学森于1995年2月2日给钱学敏的信。



至有所创新，还需要进一步掌握新的科学观与科学方法，特别是开放的复杂巨系统的系统观，以及大成智慧工程、总体设计部等，这些是大成智慧学的理论基础与方法论。

6.3.1 开放的复杂巨系统

复杂性问题的研究是当今科学研究的前沿和焦点，是一个科学新领域，将引起一次新的科学革命，它与能否获得“大成智慧”密切相关。多年来，国外也有一些著名科学家开始注意探索复杂性问题，例如1984年，美国新墨西哥州的圣塔菲研究所(Santa Fe Institute)，在诺贝尔奖金获得者盖尔曼(M. Gell-Mann)、安德森(P. Anderson)、阿罗(K. Arrow)等人的支持下，聚集了一批数学、物理、经济、生物、计算机等学科的研究人员，专门从事复杂性科学的研究，试图从多学科的交叉研究中克服还原论的不足，找到一条解决复杂性问题的道路。目前，他们有些成果值得我们借鉴，但是，从总的思路上和方法上来看，他们似乎尚无明显的突破。有人说他们仿佛是从“复杂”走向了“困惑”[①]。

钱学森倡导的系统科学原本就包含着对各种复杂性问题的研究与解决。1978年他在《组织管理的技术——系统工程》一文中，就明确提出“我们把极其复杂的研制对象称为‘系统’”[②]。此后，他一直带领大家努力探索复杂系统的理论与方法。他继承和发扬了中国传统文化的精华和国外的先进科学技术成果，认真总结了组织“两弹一星”研制、发射等复杂系统工程的经验，以及社会主义建设过程中各种巨大的复杂系统工程实践，于20世纪80年代末，提出了开放的复杂巨系统的概念、理论及其方法论。发表了《一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论》[③]、《再谈开放的复杂巨系统》[④]、《开创复杂巨系统的科学与技术》[⑤]等一批文章和书信[⑥]，使得系统科学有了实质性的重大进展。

---

① 《From Complexity to Perplexity》,《Scientific American》,1995年6月。

② 钱学森等:《论系统工程》,湖南科技出版社,1988年,第10页。

③ 钱学森:《论地理科学》,浙江教育出版社,1994年,第94页。

④ 钱学森:《论地理科学》,浙江教育出版社,1994年,第164页。

⑤ 《中国系统工程学会情况简报》,1995年第4期。

⑥ 王寿云等:《开放的复杂巨系统》,浙江科技出版社,1996年,第262－304页。

什么是开放的复杂巨系统？所谓系统，按照钱学森的看法，就是指“由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合成的具有特定功能的有机整体，”[①]而且这个“系统”本身又是它所属的一个更大系统的组成部分。开放的复杂巨系统(Open Complex Giant System)指的是，系统本身与系统周围的环境有物质、能量、信息等的交换，因而是“开放的”。系统所包含的子系统很多，成千上万，甚至上亿万，所以是“巨系统”。巨系统内子系统的种类繁多，有几十、上百、甚至几百种，每个子系统既参与整个系统的行为活动，又受整个系统和环境的影响，形成复杂的相互作用，高度非线性。并且有许多层次结构，各层次结构之间的关系也很复杂，以致有些层次及层次间的关系、结构都还不清楚、没有被认识。例如，人脑系统、人体系统、社会系统、地理系统(包括生态系统)、星系系统以及目前与因特网有关的种种复杂系统等，都是开放的复杂巨系统。

开放的复杂巨系统的存在是相当普遍的客观现实。从时间的发展上来看，一切事物和人都有其自身发展的历史。世界上万事万物和人自己的组成、结构、特性、动因等等，在悠久的时间“隧道”中，历尽沧桑，往往是沿着由低级到高级、由简单到复杂螺旋式上升的轨迹不断发展变化的，其结构、层次、组成等又兼具确定性与随机性，有序性与无序性等。因此，今天的各种事物和人自身都是相当复杂的系统。

再从其相互关系上来看，各种事物和人本身在与周围其他事物和人的不同方面、不同层次，以不同方式相互影响、相互作用，并在进行物质、能量、信息等的交换过程中，还有可能呈现出新的因素、新的特点、新的机制，以至新的错综复杂的关系、新的质变。所以，开放的复杂巨系统颇为常见，钱学森很早就指出：“在现代这样一个高度组织起来的社会里，复杂的系统几乎是无所不在的。”[②]

开放复杂巨系统的理论是系统科学理论的深化与升华，它对我们当前所生活的这个世界的实际情况，作了深入的揭示和具体的展开。因而它作为一种新的科学观，不仅是对辩证唯物主义世界观的补充与发展，打开了一

① 钱学森等:《论系统工程》,1988年,第12页。

② 钱学森等:《论系统工程》,1988年,第538－539页。



个新的天地、新的领域；也便于我们对于周围各种事物和人的复杂情况作更清楚、更准确的了解，自觉地从这种实际出发，对于各种复杂系统，特别是开放的复杂巨系统等的各个系统、各个层次、各种因素、各种功能及其相互关系和发展变化等等，方方面面周密思考与调查，进而在解决各种复杂性问题的实践过程中，能够准确地把握事物的本质及其规律，从而激发出聪明和智慧。

开放复杂巨系统的理论与研究方法，对于推动不同学科的理论发展是一种无形的动力，而且还为各学科的理论与方法的互相融通、互相促进，开辟了新的途径。过去，各门具体科学只是从不同角度去研究整个客观世界中各种开放的复杂巨系统，如地理科学研究地理系统、社会科学研究社会系统、人体科学研究人体系统、信息科学研究信息和因特网系统等，当走进科学的深处时，都自觉或不自觉地遇到复杂性问题，各自从本专业的角度，以本专业的概念揭示过开放的复杂巨系统问题。

现在，开放复杂巨系统的理论与方法，虽然还需进一步丰富与完善，但已经可以使各门具体学科有一个共同的科学概念和切实可行的方法。这一事实，正在推动物理学、生物学、数学、经济学、建筑科学、工程技术、计算机信息技术等等各学科的沟通与融合，这也便于我们从复杂性的角度共享知识资源和知识成果，集纳现代科学技术体系中广博的知识，涌现出大成智慧。

6.3.2 坚持整体论

对于客观世界中千姿百态、纷繁复杂的各种事物，如果我们从整体上来观察与思考，其实，复杂系统与简单系统之间往往是统一的，其区分是相对的，很难有严格的界限。但是，从我们具体的认识过程与研究方法来看，对于各种开放的复杂巨系统，我们为了及时地认清问题和正确地解决问题，实际工作的切入，时常需要注意抽取开放复杂巨系统中主要的、牵动着整体的、在一定范围和程度上对整体影响较大的一些系统，或与我们研究目的密切相关的某些部分、某些层次、某些侧面、某些因素等，将其暂时作为相对来说比较简单的系统去观察与处理。

这样做是根据实际情况进行科学的抽象（思维的抽象）而得到的，是深

稽博考复杂系统的实情，晓然于是非得失之宜，主次取舍之要以后的思考，这是科学研究的经验总结，是有效而明智的、也是非常现实的认识方法、研究方法和工作方法。钱学森说："客观事物和人自己都是开放的复杂巨系统，只是人在认识它们时，常常可以作为简单系统来处理，暂时避开复杂的一面。科学都是如此的。所以，不要以为我们非用复杂性不可。"①

当然，对于研究和认识复杂事物和人等这些开放的复杂巨系统，整体观很重要。因为"系统就是由许多部分所组成的整体，所以系统的概念就是要强调整体，强调整体是由相互关联、相互制约的各个部分所组成的……系统工程就是从系统的认识出发，设计和实施一个整体，以求达到我们所希望得到的效果"。②

须看到复杂系统的整体性质不等于各部分性质的简单加和，它往往会产生新的量与新的质。因为系统内部各子系统、各层次、各因素之间的相互联系、相互作用、相互激发是相当复杂的、非线性的，甚至还有一些偶然的、奇异的、模糊的因素的影响，所以，整合起来的系统性质与部分的性质会有很大区别。例如：能与水发生剧烈反应的金属钠(Na)和有毒气体氯气(Cl_2)化合在一起，就成为餐桌上晶莹美味的食盐(NaCl)，其整体性质全新。

同时，复杂系统与简单系统往往是统一的，在根据客观事物和人自己的实际情况，运用科学的抽象(思维的抽象)，把某种开放的复杂巨系统暂时避开其复杂的一面，当作简单系统来分析、研究、处理时，要注意超越还原论的局限性。①不要追求把开放的复杂巨系统简化到极点(那也是不可能的)；②不要完全孤立、静止地去分析、研究；③不要以简单系统的性质和运动规律去代替整个复杂系统的性质和运动规律。

坚持整体论，既要注意进行微观的考察，认真分析、研究相对简单系统的具体层次、结构、关系等的细节，使对整体的把握不致成为贫乏的抽象；又要有整体观，时刻不忘其与整个开放复杂巨系统、与环境、与时间、与其他系统等的相互联系与影响，把它们有机地、全面地、如实地结合起来，从宏观上把握，进而找到整体的性质与规律。钱学森说："要从整体上考虑并解决问

---

① 钱学森于1999年4月11日给钱学敏等四人的信。

② 钱学森等：《论系统工程》，1988年，第534页。



题”[①]，这个“整体”就是开放的复杂巨系统的整个体系，包括与之相互联结、相互影响、难以分割的周围环境以至整个世界。

6.3.3 大成智慧工程

今天，整个世界通过世界经济市场和全球信息网络，把各个国家紧密地联在一起，多格局、多极化，斗争十分复杂。我们在进行物质文明与精神文明建设中，所面临的各种事物与人也是千头万绪、变化多端，形成各种开放的复杂巨系统。如何迅速获得大成智慧，正确地认识它、解决它，除了要有辩证唯物主义世界观、科学观，遵循认识的辩证法，还要适应和利用先进的信息技术，更新思维方式和工作方式，使我们的思维能力和智慧达到更高的层次。

钱学森从当今世界社会形态、科技发展的新趋势、以往工程实践和社会改革的经验教训中，提炼出“从定性到定量综合集成法”，即“大成智慧工程”(Metasynthetic Engineering)作为认识和处理各种开放的复杂巨系统的方法，并把运用这个方法的集体称为“总体设计部”。

“从定性到定量综合集成法”与过去工程技术人员常用的“定性与定量相结合”的方法有相似之处，但也有很大的区别。从钱学森1992年3月提出的“从定性到定量综合集成研讨厅体系”，可以清楚地看出，这种方法不是对某项工程进行简单的评估与核算，而是把下列成功的经验和科学技术成果汇总起来的升华：①几十年来世界学术讨论的Seminar；②C^3/I及作战模拟；③从定性到定量综合集成法；④情报信息技术；⑤“第五次产业革命”；⑥人工智能；⑦“灵境”；⑧人-机结合智能系统；⑨系统学；⑩……[②]

可见，从定性到定量综合集成法的特点是面对复杂的难题时，要利用计算机、灵境技术、信息网络等现代信息技术，组成人-机结合的智能系统，以人为主，将所需要的古今中外有关知识、信息、数据，予以检索、激活，快速调集出来，启迪专家的心智，并通过民主讨论，让专家各抒己见，互相补充、互相激发，然后将各方面有关专家的理论、知识、经验、判断、建议等，综合集成起来，用类似“作战模拟”的方法，将解决方案模拟试行，反复修正，以便能对

---

① 钱学森：《要从整体上考虑并解决问题》，《人民日报》，1990年12月31日。

② 钱学森于1992年3月2日给王寿云的信。

复杂性的事物(开放的复杂巨系统)发展变化的各子系统、各层次、各因素及其相互关系等,从定性到定量都能认识清楚,逐步集智慧之大成,找到解决问题的最佳方案。

通过研讨厅的工作,将各方面有关专家的群体智慧、数据和各种信息与计算机、人工智能技术、信息网络等有机地结合起来了,也把各种学科的科学理论、知识与难以言表的经验、直觉、灵感等结合起来了,是半经验、半理论和专家判断的结合。因而这个方法可以充分发挥人的主观能动性,充分发挥现代科学技术体系及其外围的经验知识库的整体优势和综合优势。也可以说,"大成智慧工程"是"把人的思维、思维的成果、人的知识、智慧以及各种情报、资料、信息统统集成起来"①,并把宏观与微观、科学与艺术、逻辑思维与形象思维结合起来,获得"大成智慧"。这样可以做到:"在定方针时居高远望,统揽全局,抓住关键;在制定行动计划时又注意到一切因素,重视细节"②,并能有所创新。所以,钱学森把"从定性到定量综合集成法"又称为"大成智慧工程"。这是中国人的创造,是最新的科学方法。

6.3.4 总体设计部

运用从定性到定量综合集成法(即大成智慧工程)的集体——总体设计部,是当今国家进行长远规划、解决各种开放复杂巨系统问题的决策咨询和参谋机构。从中央到地方、从军事到法律、从科技到文艺等不同层次、不同部门、不同系统,都可以设立自己的总体设计部。在全国,各系统形成上下左右相互关联的总体设计部网络体系,互相配合协同工作。

总体设计部作为领导部门的决策咨询机构,它应由德高望重、学识渊博、勇于开拓的总体设计师及各行各业具有团结、务实、创新精神的科技专家组成。总体设计部通过人-机结合的工作体系,运用计算机、灵境技术、信息网络等信息技术,使亿万人民群众的要求、建议、生活状况、生产进度、市场供需等各种信息,及时反馈到各层次、各部门、各系统的总体设计部,运用大成智慧工程,群策群力,将解决方案模拟建模,反复分析综合,促使智慧不

① 钱学森于1992年11月13日与王寿云等六人的谈话。

② 钱学森于1993年9月16日给王寿云等六人的信。



断集成出新，形成切实有利于人民、有利于生产、有利于国家现代化建设的路线、方针、政策、措施，供领导机构决策参考。

高新技术的设计开发与产业化，也需要运用总体设计部和大成智慧工程进行总体规划、总体设计、分部实施、总体协调。同时利用计算机、多媒体、信息网络、灵境、遥作等设备和技术，组成人-机结合的智能工作体系，以人为主，从定性到定量严格、准确地综合集成起来，反复实验、修正，逐步达到整体成功。

总体设计部还要随着客观形势和人民需求的变化，随着尖端科技的飞速发展，不断根据新的反馈信息、新的复杂性问题的出现，对已定方针、政策进行不断调整、修订、补充。钱学森于1997年1月曾这样强调：

"关于开放的复杂巨系统，由于其开放性和复杂性，我们不能用还原论的办法来处理它，不能像经典统计物理以及由此派生的处理开放的简单巨系统的方法那样来处理，我们必须用依靠宏观观察，只求解决一定时期的发展变化的方法。所以任何一次解答都不可能是一劳永逸的，它只能管一定的时期。过一段时间，宏观情况变了，巨系统成员本身也会有其变化，具体的计算参量及其相互关系都会有变化。因此对开放的复杂巨系统，只能作比较短期的预测计算，过了一定时期，要根据新的宏观观察，对方法作新的调整。"[①]由于各种开放复杂巨系统有其不同的特征和演化速度，所以一次综合集成模型的有效时间也差别很大，如人体病变，有时仅一两天，生态地理环境的恶化，有的需要几年、甚至几十年，但都需要及时注意观察，不断调整，防微虑远。

实践证明，总体设计部可以使得各部门、各系统、各层次的领导集体，在管理国家、社会、大型工程、大型企业以及各行各业进行宏观调控时，能够更有效地发挥民主集中制的效力，决策更为科学化、民主化。在我们面对各种极为复杂而棘手的问题时，最便于集思广益，集腋成裘，及时获得大成智慧，找到正确、有效、机动、灵活的方法和对策，使整个社会协调、有序、可持续地发展。

"复杂性"实际是开放复杂巨系统的动力学，是非常现实、非常重要的问题，钱学森在1990年就指出："复杂性的问题，现在要特别地重视。因为我

---

① 钱学森：《在香山会议上的发言》，1997年1月6日。

们讲国家的建设，社会的建设，都是复杂的问题。再说人这个问题不搞清楚，医疗卫生怎么解决？所以我觉得，我们现在要重视复杂性的问题。而且我们要看到解决这些问题，科学技术就将会有一个很大很大的发展。我们要跳出从几个世纪以前开始的一些科学研究方法的局限性。我们既反对唯心主义，也反对机械唯物论。我们是辩证唯物主义者。”[①]

6.4 实行大成智慧教育 培养全面发展的新人

当前，争夺高科技的人才战争正激烈展开。美、英、德等国不惜代价竞相向国外放宽限制，高薪招募。世界各国都在加紧研究“如何尽快培养适应21世纪需要的人才”问题。美国已提出“2061计划”，要打破旧框框，重新组织教材，以多学科培养学生的素质；日本拟花重金研究脑科学，用以改革教育事业，提高国民智力。钱学森主张青年人要努力掌握“大成智慧学”，其实也是对21世纪中国教育事业的一种设想。

6.4.1 大成智慧教育设想

教育事业是钱学森十分重视的基础大业，几十年来，他一直为之倾注大量心血，凝聚着无限关爱与希望，并亲自教学，身体力行。每当他考虑到科技发展，就必联系到人才的培养教育；每当他论及教育改革，又总是与科技发展、科技成果相结合。

他认为，中国人很聪明、又勤奋、能吃苦，只要组织领导得好，具备一定条件，没有什么高科技难关攻不下来，“两弹一星”的成功就是一例，目前中国的高科技人才在美国工作的人也很多。我国的教育事业已有很大进步，但是我们的基础教育，从全国来看，应该说仍严重滞后。需要好好总结新中国成立以来，教育工作的经验教训，也要认真吸取旧中国一些成功的办学经验，和国外值得借鉴的教学内容、教学方法。

他强调，教育工作不可能“立竿见影”，速见成效。21世纪的科学技术发展很快，整个社会结构都会发生变革，我们在制订教育方针时，一定要向前看，像邓小平要求的那样，“教育要面向现代化、面向世界、面向未来。”尽

① 钱学森：《要从整体上考虑并解决问题》，《人民日报》，1990年12月31日。

快革新教育观念、更新教学方法、改革教育制度、增加教育经费。要动员全社会有经验、有学识的人，都来当教师或兼职教师，也要竭力创造宽松、民主而优越的环境，吸引外国的高科技人才和我们的出国留学生，共同把最先进的科技成果、最新鲜的实践经验，不失时机地传授给我们的下一代。

钱学森在采撷时代精华、探索“大成智慧学”的同时，曾反复设计21世纪中国的教育事业，仅从1993年10月7日钱学森给笔者的一封信中，就可以看出他对未来教育方案的大致设想和希望办好大成智慧教育的殷切之情。他写道：

“我在这几天又在想中国21世纪的教育，我1989年的那篇东西不够了；是要人人大学毕业成硕士，18岁的硕士，但什么样的硕士？现在我想是大成智慧学的硕士。具体讲：①熟悉科学技术的体系，熟悉马克思主义哲学；②理、工、文、艺结合，有智慧；③熟悉信息网络，善于用电子计算机处理知识。”

“这样的人是全才。我们从西方文艺复兴时期的全才伟人，走到19世纪中叶的理、工、文、艺分家的专家教育；再走到20世纪40年代的理工结合加文、艺的教育体制；再走到今天的理工文（理、工、加社科）结合的萌芽。到21世纪我们又回到像西方文艺复兴时期的全才了；但有一个不同：21世纪的全才并不否定专家，只是他，这位全才，大约只需一个星期的学习和锻炼就可以从一个专业转入另一个不同的专业。这是全与专的辩证统一。”

“大致可以作为下面这几段教育：

(1)8年一贯制的初级教育，4岁到12岁，是打基础。

(2)接着的5年（高中加大学），12岁到17岁，是完成大成智慧的学习。

(3)后1年是‘实习’，学成一个行业的专家，写出毕业论文。”

“这样的大成智慧硕士，可以进入任何一项工作，如不在行，弄一个星期就可以成为行家。以后如工作需要，改行也毫无困难。当然，他也可以再深造为博士，那主要是搞科学技术研究，开拓知识领域。

这个大胆设想，您看如何？新一次的‘文艺复兴’呵！”[①]

6.4.2 全与专的辩证统一

大成智慧教育方式的一个显著特点，就是充分利用信息网络，人-机结

---

① 钱学森于1993年10月7日给钱学敏的信。

合优势互补的长处，使人不断能及时获得广泛而新鲜的知识、信息与智慧，从而迅速提高人的智能，培养创新的能力。但是，人-机结合这种教学方式、思维方式，也不是对什么样的人都灵。关键在于该人的智力与素质。

因为，一方面计算机、多媒体、灵境、信息网络等微电子信息技术，正逐步向智能化改进；纳米技术的出现，将使计算机的研制、开发进入到分子、原子层次上；人工智能、知识工程、计算机模拟等技术发展很快。它们对于可以形式化、数字化或运用形式逻辑推理就能认识和解决的事物，处理起来比较擅长。通过计算机、信息网络，可以存贮、调集、检索、传递的信息数量大如海，速度快如光。其计算和运转之快，比人脑强亿万倍，而且十分精确。这种惊人的高性能真是旷古未有。

然而，另一方面计算机、多媒体、灵境、信息网络等技术，对于信息的激活(Information Inspiritment)；对于"只可意会、不可言传"，难以形式化、数字化的复杂性事物；对于那些需要运用形象思维，或必须灵活地将形象思维与逻辑思维交织使用才能把握其关键和机理的事物；对于一些非理性的、经验性的，以致掺入人的精神、情感等因素的开放的复杂巨系统，计算机等信息技术和工具，目前尚难以十分准确地独自认清和模仿。

而对复杂性事物有可能及时正确认识与决策的智慧与素质，是人脑所特有的。当然，谁也不是天生就有的，要靠伟大的科学精神和崇高品德的熏陶，要靠在社会实践中长期的锻炼，要靠人在与计算机优势互补中对知识的有效集成与积累，也就是要靠"大成智慧"。而这正是计算机单独永远望尘莫及的。

钱学森对大成智慧学硕士的具体要求体现了大成智慧教育的丰富内涵。或许可以说：①熟悉科学技术的体系，熟悉马克思主义哲学；②理、工、文、艺结合，有智慧；③熟悉信息网络，善于用电子计算机处理知识。这三点是要求大成智慧学硕士在思维结构中应具备的三个层次：

一是知识层：它是由各种科学技术知识、信息、经验、感受(包括现代科学技术的体系结构及体系中已纳入和尚未纳入体系的知识与经验)等要素构成的，是思维结构中最重要的基础层次。离开了各种知识、信息、经验、感受等要素，也就无所谓思维。这些要素与人-机结合的信息网络融通在一起，互相激发、碰撞、渗透、综合……是思维得以活动与发展的前提和基础，是培育大成智慧的土壤。一般来说，知识层越坚实、越深厚、越丰富、越广



阔，其思维的能力与品质就可能越高。

二是情感层：它是由人们的价值观念、需要意识、精神、品德、意志、意向、情趣等等因素构成的，是思维结构中不可或缺的动力与调控层次。思维对象的选择、思维的动力、思维的效率与活力等，大体都受它们的影响与控制。马克思曾说："激情、热情是人强烈追求自己的对象的本质力量。"[①]爱因斯坦也说过："感情和愿望是人类一切努力和创造背后的动力"。[②] 钱学森认为，"科学就是追求真理。"伟大的科学精神、崇高的品德、高度的爱国热忱、集体主义和严格的组织纪律性，往往是认识世界和改造世界的无穷力量。而理、工、文、艺结合起来，既有渊博的学识又会通科学精神与人文精神，将会使人们迸发出巨大的热情和威力。这是文化素质的核心，也是大成智慧的灵魂。

三是智慧层：它是以知识层和情感层的整体综合为基础的，是由唯物辩证的世界观、人生观、方法论、思维方式以及现代科学技术体系观、开放复杂巨系统的系统观、人-机结合的大成智慧工程等基本要素相互促进、相互交融，有机地建构在一起的。是思维结构中最深刻、最复杂、最富于哲理的层次。这个层次的构筑要求：主要是"把哲学和科学技术统一结合起来"，把科学与艺术结合起来[③]，把逻辑思维与形象思维结合起来[④]，灵活有效地运用各种科学技术知识与经验。这样，才有可能真正集古今中外知识之大成，获得大成智慧与创造的灵感，有所开拓、有所创新。

总之，钱学森对大成智慧学硕士的三点要求，是要求采取多种教育方式，培养青年人具有大智、大德的思维结构和内涵，为青年人思想的奔放驰骋提供一个广阔而科学的天地。有了这样思想文化基础的硕士，适应能力很强，进入任何一个专业工作都可以，改行也毫无困难，处处可以乘风破浪，他们既是全才，又是专家，是全与专辩证统一的人才。

---

① 《马克思恩格斯全集》，第42卷，1979年，第169页。

② 《爱因斯坦文集》第1卷，1977年，第279页。

③ 详见钱学敏：《钱学森关于科学与艺术的新见地》，许国志主编《系统研究》，浙江教育出版社，1996年版。

④ 详见钱学敏：《钱学森关于思维科学体系的构想》，赵光武主编《思维科学研究》，中国人民大学出版社，1999年版。

6.4.3 新一次的“文艺复兴”

欧洲14—16世纪的文艺复兴也是科学的伟大复兴。它把人们从上千年的封建枷锁和神学的桎梏中解放出来，使人重新认识了世界，认识了人自身。因而，给人们无穷的力量和勇气，为人类的才能和智慧的发挥开辟了广阔的前程。恩格斯说：“这是一次人类从来没有经历过的最伟大的、进步的变革，是一个需要巨人而且产生了巨人——在思维能力、热情和性格方面，在多才多艺和学识渊博方面的巨人的时代。”①

我们不会忘记那些闪烁着智慧之光的巨人，才华横溢的文学家：但丁、塞万提斯、莎士比亚；多才多艺的艺术家：达·芬奇、拉斐尔、米开朗基罗；超越历史的思想家：托马斯·莫尔、康帕内拉；决战神学的科学家：哥白尼、布鲁诺、伽利略等等。这些文艺复兴中的旗手，用他们的智慧、心血和生命，开创了近代哲学与自然科学的新纪元，为人类的文化宝库增添了光辉灿烂的篇章，千古流芳！

这些文艺复兴时期的伟人，既是某一方面的专家，又是全才。例如：达·芬奇不仅是伟大的艺术家，而且是杰出的科学家，他自觉地把科学的认识与艺术的想象有机地结合起来。布鲁诺不仅是勇于追求真理的天文学家，而且敢于用科学挑战神学，把科学理论与先进的哲学思想统一起来。他们都是学识广博、思想深邃的全才伟人。

随后的三百多年，由于科学技术分门别类地深入发展和形而上学思维方式的影响，理、工、文、艺分家的专家教育盛极一时。直到20世纪中叶，由于大工业生产和军事科学技术等的发展，理工结合的人才开始倍受需要。今天，现代科学技术一方面高度分化，一方面又高度融合，数学、自然科学技术与经济、社会、军事、地理、建筑以至与教育、文艺、体育等诸学科，紧密交汇在一起，互相促进，共同发展，速度很快。对人才的需求也是多方面的而且变化万端。因此，今天的教育必然走向理工文（理、工、加社科、文艺）相结合。培养适合21世纪需要的全才，当然也不否认专家，是培养又全又专、具有大成智慧的全才，这就是钱学森所设想的教育目标。是“新一次的‘文艺复兴’呵！”

① 《马克思恩格斯选集》第3卷，1972年，第445页。

揭开智慧之谜，是世界性的难题。如何培养有智慧、有创造性的人才，是当今世界关注的热点。钱学森多年来，一直主张教育要使学生的德、智、体、美、劳五育齐发展，逐步实行大成智慧教育。并强调利用高科技，特别是信息技术，促进教育制度、教育方法以至教育内容的改革，开展电化教育、网络教育，组成人-机结合的教育系统工程。让人们都能学得更多，学得更好，学得更轻松。

他曾说："信息革命的主要影响在于，它把人脑记忆大量观察到的事实这一繁重的工作解放了。从前有个词，叫'皓首穷经'，就是说要读一辈子的书，来学习前人的知识和经验。现在不必了，都在计算机中存着，只要你学会操作方法，去查就是了。怎么查？那就用我们过去说的科学技术体系，按这个体系去找。这一套东西有两个方面的启发：一是自古就有培养'神童'的说法，但在怎么培养的问题上，各说各的，并没有找到一个有效的办法。今天有了信息革命这套东西，在培养'神童'问题上就有了一个可操作的路线，这就是我说的大成智慧教育。二是生产的社会变化问题。从前人类的社会生产，体力劳动是主要的，脑力劳动所占比重较少，就是到资本主义社会也如此。信息革命带来的一个变化是，体力劳动会逐渐减少，而脑力劳动会逐渐增加，所占比重会超过体力劳动。即使从事体力劳动的人，也要有脑力劳动。所以，人类的劳动将重点从体力劳动转向脑力劳动。由于社会的发展、人民生活的改善，也能够提供这样的社会条件。由此可见，我们今天搞的这种大成智慧，不但是一门学问，而且是一场伟大的革命。"[①]

年逾九旬的钱学森，和他年轻时一样，仍然是那样深深地热爱着自己的祖国和人民，并为之奉献着一切智慧和精力。"大成智慧学"的研究与探索，是他心中的一件大事，也是他晚年的一个重大科学贡献。他渴望祖国日益强大，也愿世界人民幸福。新千年的早春，他满怀豪情与期待地说："我想我们人民中国就该创新大成智慧，为世界做好事！"[②]

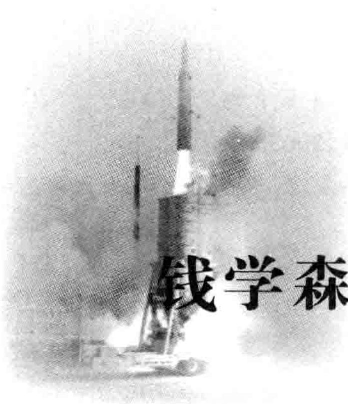
---

① 钱学森于 1996 年 10 月 30 日与王寿云等三人的谈话。

② 钱学森于 2000 年 3 月 18 日给钱学敏的信。

本文曾发表于：
《人民日报》(海外版)，2001 年 2 月 24 日
《首都师范大学学报》(社会科学版)，2001 年第 3 期
《科学技术哲学》中国人民学书报资料中心，2001 年第 9 期
收入《中国人文社会科学学报年鉴》，人民出版社，2003 年
荣获《首都师范大学学报》(社会科学版)，2000—2005 年首届优秀论文评选一等奖





第7章 钱学森论开放的复杂巨系统

7.1 复杂巨系统是相当普遍的客观现实

复杂性问题的研究是当今科学研究的前沿和焦点，是一个科学新领域，将引起一次新的科学革命。多年来，国外已有不少著名科学家开始注意探索复杂性问题。在欧洲，20世纪70年代有比利时的物理化学家普利高津(I. Prigogine)、德国的物理学家哈肯(H. Haken)、艾根(M. Eigen)等人，他们依据现代物理学、化学和生物学的最新成就，较早地提出了"探索复杂性"问题；在美国，1984年新墨西哥州的圣塔菲研究所(Santa Fe Institute)，在诺贝尔奖金获得者盖尔曼(M. Gell-Mann)、安德森(P. Anderson)、阿罗(K. Arrow)等人的支持下，聚集了一批数学、物理、经济、生物、计算机等学科的研究人员，专门从事复杂性科学的研究，试图从多学科的交叉研究中克服还原论的不足，找到一条解决复杂性问题的道路。目前，他们有些成果很值得我们借鉴，但是，从总的思路上和方法上来看，似乎尚无明显的突破。

在中国，钱学森倡导的系统科学原本就包含着对各种复杂性问题的研究与解决。1978年他在《组织管理的技术——系统工程》一文中，就明确提出"我们把极其复杂的研制对象称为'系统'"[①]。此后，他一直带领大家努力探索复杂系

① 钱学森：《论系统工程》，湖南科技出版社，1988年版，第10页。

统的理论与方法。他继承和发扬了中国传统文化的精华和国外的先进科学技术成果，认真总结了组织“两弹一星”研制、发射等复杂系统工程的经验，以及社会主义建设过程中各种巨大的复杂系统工程实践，于20世纪80年代末，提出了开放的复杂巨系统的概念、理论及其方法论。发表了《一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论》①、《再谈开放的复杂巨系统》②、《开创复杂巨系统的科学与技术》③等一批文章和书信④，从而丰富了系统科学的基础理论——系统学的内容，使得系统科学有了实质性的重大进展。

什么是开放的复杂巨系统？按照钱学森的看法，系统就是指“由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合成的具有特定功能的有机整体”⑤，而且这个“系统”本身又是它所属的一个更大系统的组成部分。开放的复杂巨系统（Open Complex Giant System）是系统科学的核心概念，指的是系统本身与系统周围的环境有物质、能量、信息等的交换，因而是“开放的”。系统所包含的子系统很多，成千上万，甚至上亿万，所以是“巨系统”。巨系统内子系统的种类繁多，有几十、上百、甚至几百种，每个子系统既参与整个系统的行为活动，又受整个系统和环境的影响，形成复杂的相互作用，高度非线性。并且有许多层次结构，各层次结构之间的关系也很复杂，以致有些层次及层次间的关系、结构都还不清楚。例如，人脑系统、人体系统、社会系统、地理系统（包括生态系统）、星系系统以及目前与互联网络有关的种种复杂系统等，都是开放的复杂巨系统。

复杂系统、开放的复杂巨系统的存在是相当普遍的客观现实。从发展的时间上来看，一切事物和人都有其自身发展的历史。世界上万事万物和人自己的组成、结构、特性、动因等等，在悠久的时间“隧道”中，历尽沧桑，往往是沿着由低级到高级、由简单到复杂螺旋式上升的轨迹不断发展变化的，其结构、层次、组成、功能等又兼具确定性与随机性，有序性与无序性等，因此，今天的各种事物和人自身都是相当复杂的系统。从其相互关系上来看，

---

① 钱学森：《论地理科学》，浙江教育出版社，1994年版，第94页。

② 钱学森：《论地理科学》，浙江教育出版社，1994年版，第164页。

③ 《中国系统工程学会情况简报》，1995年，第4期。

④ 王寿云等：《开放的复杂巨系统》，浙江科技出版社，1996年，第262页以后。

⑤ 钱学森：《论系统工程》，湖南科技出版社，1988年版，第12页。



各种事物和人本身在与周围其他事物和人的不同方面、不同层次，以不同方式相互影响、相互作用，并在进行物质、能量、信息等的交换过程中，还有可能呈现出新的因素、新的特点、新的机制、新的功能、新的关系、新的质变以至新的错综复杂的系统。早在20世纪80年代初钱学森就指出："在现代这样一个高度组织起来的社会里，复杂的系统几乎是无所不在的。"[①]

开放复杂巨系统的理论是系统科学理论的深化与升华，是系统科学的重要内容和基础理论。它对我们当前所生活的这个世界的实际情况，作了深入的揭示和具体的展开。因而它作为一种新的科学观和发展观，不仅是对辩证唯物主义这一科学世界观和科学发展观的补充与发展，给我们打开了一个新的天地、新的领域；也便于我们对周围各种事物和人的复杂情况作更清楚、更准确的了解，自觉地从这种实际出发，对于那些复杂巨系统、开放的复杂巨系统的各个系统、各个层次、各种因素、各种功能及其相互关系和发展变化的动因等等，方方面面周密调查与思考，进而在解决各种复杂性问题的实践过程中，能够准确把握事物的本质及其发展变化的规律。

开放复杂巨系统的理论与研究方法，对于推动不同学科的理论发展是一种无形的动力，而且还为各学科的理论与方法的互相融通、互相促进，开辟了新的途径。过去，各门具体科学只是从不同角度去研究整个客观世界中各种开放的复杂巨系统，如地理科学研究地理系统、社会科学研究社会系统、人体科学研究人体系统、信息科学研究信息和互联网络系统等，当走进科学的深处时，都自觉或不自觉地遇到复杂性问题，各自从本专业的角度，以本专业的概念揭示过开放的复杂巨系统问题。

现在，开放复杂巨系统的理论与方法，虽然还需进一步丰富与完善，但已经可以使各门具体学科有一个共同的科学概念、共同的科学观和发展观。便于互相补充、互相促进，找到切实可行的研究方法和工作方法。这一事实，正在推动物理学、生物学、数学、经济学、建筑科学、地理科学、社会科学、工程技术、计算机和信息技术等等各学科系统的沟通与融合；便于我们从复杂性、开放复杂巨系统的角度共享科学技术的知识资源和成果，并把它作为一种科学的世界观和方法论，促进现代科学技术的发展。

---

① 钱学森:《论系统工程》，湖南科技出版社，1988年版，第538－539页。

7.2 “要从整体上考虑并解决问题”[①]

研究和认识复杂事物和人等这些开放的复杂巨系统，核心的问题是具备整体观。因为“系统就是由许多部分所组成的整体，所以系统的概念就是要强调整体，强调整体是由相互关联、相互制约的各个部分所组成的……系统工程就是从系统的认识出发，设计和实施一个整体，以求达到我们所希望得到的效果”[②]。

然而，对于客观世界中千姿百态、纷繁复杂的各种事物，如果我们从整体上来观察与思考，其实，复杂系统与简单系统之间的区分是相对的，在一定条件下，它们往往可以相互联系、相互转化，很难有严格的界限。当我们从具体的认识角度、认识过程与研究方法来看时，对于各种开放的复杂巨系统，我们不能眉毛胡子一把抓。为了及时地从整体上认清问题，把握住实质和要害并正确地解决问题，实际工作的切入，时常需要注意抽取开放复杂巨系统中主要的、牵动着整体的、在一定范围和程度上对整体影响较大的一些系统，或与我们研究目的密切相关的某些部分、某些层次、某些侧面、某些因素等，将其暂时作为相对来说比较简单的系统去观察与处理。

这样做是根据实际情况进行科学的抽象（思维的抽象）而得到的，是深稽博考复杂系统的实情，晓然于是非得失之宜，主次取舍之要以后的思考，这是科学研究的经验总结。这样做是有效而明智的，也是非常现实的认识方法、研究方法和工作方法。钱学森说：“客观事物和人自己都是开放的复杂巨系统，只是人在认识它们时，常常可以作为简单系统来处理，暂时避开复杂的一面。科学都是如此的。所以，不要以为我们非用复杂性不可。”[③]

须看到，复杂系统的整体性质不等于各部分性质的简单加和，它往往会产生新的量与新的质。因为系统内部各子系统、各层次、各因素之间的相互联系、相互作用、相互激发是相当复杂的、非线性的，甚至还有一些偶然的、奇异的、模糊的因素的影响。所以，整合起来的系统性质与部分的性质会有

---

① 钱学森：《要从整体上考虑并解决问题》，《人民日报》，1990年12月31日。

② 钱学森：《论系统工程》，湖南科技出版社，1988年版，第534页。

③ 钱学森于1999年4月11日给钱学敏等4人的信。

很大区别。有可能其整体性质全新，即具有整体涌现性(Emergence)。如：20世纪50年代，中国“一穷二白”，由于党、国家、军队相互配合，十分重视；周恩来、聂荣臻用大兵团作战的方法，指挥领导得力；钱学森总负责技术和总体设计，技术精湛，组织得好；加之，千千万万科技精英和人民、战士为国为民舍生忘死奋力拼搏，仅仅十来年就造出了“两弹一星”，使我国的军事力量发生了质的变化。钱学森后来幽默地说：这就是中国这个复杂的社会系统出现的“特异功能”。你认识了它的复杂性，你就能够驾驭它，整体上就会出现意想不到的成就。

同时，由于复杂系统与简单系统往往是统一的，在根据客观事物和人自己的实际情况，运用科学的抽象(思维的抽象)，把某种开放的复杂巨系统暂时避开其复杂的一面，当作简单系统来分析、研究、处理时，要特别注意超越还原论的局限性。①不要追求把开放的复杂巨系统简化到极点(那也是不可能的)；②不要完全孤立、静止、片面地去分析、研究；③不要以简单系统的性质和运动规律去代替整个开放复杂巨系统的性质和运动规律。

至关重要的是从整体上考虑并解决问题，坚持整体论和科学的发展观，实现整体论与还原论的辩证统一，既要注意进行微观的考察，认真分析、研究相对简单系统的具体层次、结构、关系、功能等的细节，使对整体的把握不致成为贫乏的抽象；又要有整体观，时刻不忘其与整个开放复杂巨系统、与环境、与时间、与其他系统等的相互联系和影响，把它们有机地、全面地、发展地、相互协调地结合起来。

从宏观上把握，从全球的发展变化考虑，进而摸准开放复杂巨系统整体的性质与规律，找出有利于经济社会的发展、有利于提高人民群众的生活、有利于生态环境不断改善等的英明决策。1991年初，钱学森说：“协调发展是根本问题，要改革又要安定团结，这是中国面临的最大问题，核心就是要从整体上来看这个问题。就是我说的三个社会形态、三个文明建设加一个地理建设要协调，协调发展我们才无往而不胜，要站得高，看得远。”钱学森强调：“要从整体上考虑并解决问题”，我理解，这个“整体”就是开放复杂巨系统的整个体系，包括与之相互联结、相互影响、难以分割的周围环境以至整个世界。

7.3 认识和处理复杂巨系统的综合集成法

钱学森从当今世界社会形态、科技发展的新趋势、以往工程实践和社会改革的经验教训中，提炼出"从定性到定量综合集成法"，即"大成智慧工程"作为从整体上认识、研究和处理各种开放的复杂巨系统的方法，并把运用这个方法的集体称为"总体设计部"。

"从定性到定量综合集成法"与过去工程技术人员常用的"定性与定量相结合"的方法有相似之处，但也有很大的区别。从钱老1992年3月提出的"从定性到定量综合集成研讨厅体系"，可以清楚地看出，这种方法不是对某项工程进行简单的评论、设计与核算，而是把下列成功的经验和科学技术成果汇总起来的升华：①几十年来世界学术讨论的Seminar；②C^3/I及作战模拟；③从定性到定量综合集成法；④情报信息技术；⑤"第五次产业革命"；⑥人工智能；⑦"灵境"；⑧人-机结合智能系统；⑨系统学；⑩……①

可见，从定性到定量综合集成法的特点是面对复杂性的难题时，要利用计算机、灵境技术、信息网络等现代信息技术和人工智能技术，组成人-机结合的智能系统，以人为主，将所需要的古今中外有关知识、信息、数据，予以检索、激活，快速调集出来，启迪专家的心智，并通过民主讨论，让专家各抒己见，互相补充、互相激发，然后将各方面有关专家的理论、知识、经验、判断、建议等，综合集成起来，用类似"作战模拟"的方法，将解决方案建模试行，反复修正，以便能对复杂性的事物（开放的复杂巨系统）发展变化的各子系统、各层次、各因素、各功能及其相互关系等，从定性到定量都认识得比较清楚，逐步集智慧之大成，找到解决问题的最佳方案。

通过研讨厅的工作，将各方面有关专家的群体智慧、数据和各种信息与计算机、人工智能技术、信息网络等有机地结合起来了，也把各种学科的科学理论、知识与难以言表的经验、直觉、灵感等结合起来了，是半经验、半理论和专家判断的结合。因而，这个方法实际上是思维科学的一项应用技术，它可以充分发挥人-机结合的整体优势和综合优势。正像钱学森所说："大成智慧工程"是"把人的思维、思维的成果、人的知识、智慧以及各种情报、资

① 钱学森于1992年3月2日给王寿云的信。



料、信息统统集成起来”[①]。也是把宏观与微观、科学与艺术、逻辑思维与形象思维结合起来。这样可以做到:“在定方针时居高远望,统揽全局,抓住关键;在制定行动计划时又注意到一切因素,重视细节。”[②]并能有所创新。所以,钱学森把“从定性到定量综合集成法”又称为“大成智慧工程”。这是中国人的创造,是最新的科学方法,具有普遍的实践意义。

7.4 运用综合集成法的集体——总体设计部

运用从定性到定量综合集成法(即大成智慧工程)的集体——总体设计部,是当今国家进行长远规划、解决各种复杂系统、开放复杂巨系统问题的决策咨询和参谋机构。从中央到地方、从军事到法律、从科技到文艺……不同层次、不同部门、不同系统,都可以设立自己的总体设计部去设计系统发展的总体方案和实现整个系统发展目标的技术途径等,形成上下左右相互关联的网络体系,互相配合协同工作。

总体设计部作为领导部门的决策咨询机构,它应由德高望重、学识渊博、勇于开拓的总体设计师及各行各业具有团结、务实、创新精神的科技专家组成。总体设计部通过人-机结合的工作体系,运用计算机、灵境技术、信息网络等信息技术,使亿万人民群众的要求、建议、生活状况、生产进度、市场供需、生态环境的变化、国际形势的变化等等各种信息,及时反馈到各层次、各部门、各系统的总体设计部,运用大成智慧工程,集思广益,群策群力,将解决方案模拟建模,从定性到定量反复分析综合,使智慧不断集成出新,形成切实有利于实现全面建设小康社会和中华民族伟大复兴的路线、方针、政策、措施。

高新技术的设计开发与产业化,也需要运用总体设计部和大成智慧工程进行总体规划、总体设计、分部实施、总体协调。同时利用计算机、多媒体、信息网络、灵境,遥作等设备和技术,组成人-机结合的智能工作体系,以人为主,从定性到定量严格、准确地综合集成起来,反复实验、修正,把错误减到最小,把效率提到最高,逐步达到整体成功。

---

① 钱学森于 1992 年 11 月 13 日与王寿云等六人的谈话。

② 钱学森于 1993 年 9 月 16 日给王寿云等六人的信。

发挥总体设计部的作用，处理开放的复杂巨系统，还要具有科学发展观。钱学森于1997年1月曾这样强调："关于开放的复杂巨系统，由于其开放性和复杂性，我们不能用还原论的办法来处理它，不能像经典统计物理以及由此派生的处理开放的简单巨系统的方法那样来处理，我们必须用依靠宏观观察，只求解决一定时期的发展变化的方法。所以任何一次解答都不可能是一劳永逸的，它只能管一定的时期。过一段时间，宏观情况变了，巨系统成员本身也会有其变化，具体的计算参量及其相互关系都会有变化。因此对开放的复杂巨系统，只能作比较短期的预测计算，过了一定时期，要根据新的宏观观察，对方法作新的调整。"①由于各种开放复杂巨系统有其不同的特征和演化速度，所以一次综合集成模型的有效时间往往差别很大，如人体病变，有时仅一两天，生态地理环境的恶化，有的需要几年、甚至几十年，但都需要及时注意观察，不断调整，防微虑远。

实践证明，大成智慧工程、总体设计部是实现科学世界观、科学发展观，发挥民主集中制效力的最好的工作方法和组织形式。它可以使得各部门、各系统、各层次的领导集体，在管理国家、社会、大型工程、大型企业以及各行各业进行宏观调控、解决各种复杂性问题的时候，决策更为科学化、民主化。1995年10月以来，钱学森经常强调，一个人的知识面是很有限的，要大家共同去探索，一个模糊的问题慢慢就会清楚了。是否真正贯彻民主集中制，涉及大难题的解决、涉及整个国家的发展进步、更涉及人才的发掘与智慧的涌现。早在1990年12月，钱学森就说："中国正面临社会形态的重大变化，我们已落后了上百年，要变成现代化的社会，不是轻而易举的事，许多事情要与之配套赶上来，这就必须采取综合的发展治理和调整的措施，尽量减少混乱。这就是我提出总体设计部的重要性。"

总之，"复杂性"实际是开放复杂巨系统的动力学，凡是不能用还原论方法处理，或者说不宜用还原论方法处理的问题，都是复杂性问题，是非常现实、非常重要的问题，钱学森在1990年就指出："复杂性的问题，现在要特别地重视。因为我们讲国家的建设，社会的建设，都是复杂的问题。再说人这个问题不搞清楚，医疗卫生怎么解决？所以我觉得，我们现在要重视复杂性

① 钱学森:《在香山会议上的书面发言》，1997年1月6日。



的问题。而且我们要看到解决这些问题，科学技术就将会有一个很大很大的发展。我们要跳出从几个世纪以前开始的一些科学研究方法的局限性。我们既反对唯心主义，也反对机械唯物论。我们是辩证唯物主义者。"①

7.5 解决复杂性问题需要大成智慧

如何发挥大成智慧工程、总体设计部的重要作用，尽快解决各种复杂性问题以适应新世纪发展和中国发展的需要？归根结底是要靠人，是要人来参与组织、研讨、解决；人-机结合，也要以人为主。因此，提高人的智能和品德，发挥人创造物质财富和精神财富的积极性，是一切成败的关键。钱学森认为这是件大事，其意义甚至不亚于当年"两弹一星"的研制、发射。他所倡导的"大成智慧学"简要而通俗地说，就是引导人们如何尽快获得聪明才智与创新能力的学问。其目的在于使人们面对浩瀚的宇宙和奇妙的微观世界，面对新世纪各种飞速发展、变幻莫测，而又错综复杂的事物时，能够迅速做出科学而明智的判断与决策，并能不断有所发现、有所创新。

"大成智慧学"与以往关于智慧或思维学说的不同，在于"大成智慧学"是以马克思主义的辩证唯物论为指导，利用现代信息网络、人-机结合以人为主的方式，集古今中外有关经验、知识、智慧之大成。"大成智慧"的特点是沉浸在广阔的信息空间里所形成的网络智慧。"大成智慧"是在当今这个知识爆炸、信息如潮的时代里，所需要的新型的思维方式和思维体系。

"大成智慧"的核心是科学技术与哲学的结合。钱学森曾说："我想我们宣传的'大成智慧'……就在于微观与宏观相结合，整体(形象)思维与细部组装向整体(逻辑)思维合用；既不只谈哲学，也不只谈科学；而是把哲学和科学技术统一结合起来。哲学要指导科学，哲学也来自科学技术的提炼。这似乎是我们观点的要害：必集大成，才能得智慧！"②

7.5.1 认清现代科学技术体系　广开知识之源

有了知识，有了信息，不等于就有了智慧，"必集大成，才能得智慧！"③

---

① 钱学森于1993年9月16日给王寿云等六人的信。

② 钱学森于1997年4月6日给钱学敏的信。

③ 钱学森于1997年4月6日给钱学敏的信。

而我们利用大成智慧工程和总体设计部“集”的对象，主要涉及的就是现代科学技术体系中所包含的知识以及体系外围的经验、信息、感受。因此，几千年来人类灿烂的文化艺术和日新月异的现代科学技术知识以及前科学，是大成智慧学的科学基础和知识源泉。

认清现代科学技术发展的特点及其体系结构，树立现代科学技术体系观(大科学观)，是有效地“集大成，得智慧”的关键。20世纪是人类历史上科学技术空前发展和灿然一新的时期。加之信息技术革命的发展，人们对世界认识的范围日益广阔，层次更为深入，科学部门越分越细，交叉学科群起。与此同时，各学科相互渗透、相互耦合的整体化趋势也愈益增强，综合学科日兴。

20世纪80年代初，钱学森指出：“现代科学技术不单是研究一个个的事物、一个个现象，而是研究这些事物、现象发展变化的过程，研究这些事物相互之间的关系。今天，现代科学技术已经发展成为一个很严密的综合起来的体系，这是现代科学技术的一个重要的特点。”[①]这个体系包括人类通过实践认识世界和改造世界获得的所有知识和经验，因此，亦可称之为人类知识体系，这是个复杂的动态网络体系，目前暂分为11大部门。各科学技术部门是综合的又可以细分，彼此相互交叉、相互促进。“这是个活的体系，是在全人类不断认识并改造客观世界的活动中发展变化的体系。”[②]随着社会的发展、科学的进步，这个体系不仅结构在发展，内容也在充实，还会不断有新的科学部门涌现。

这种科学分类法是从人们研究问题的着眼点或看问题的角度之不同，来区分各科学门类的。而各门科学所研究的对象其实都是统一的、同一的，即整个客观世界(包括自然、社会、人和人化自然等)，这是各门科学技术知识相互渗透、相互借鉴、相互统一的客观基础。这种科学分类法，从各学科的横向结构上显示出各门科学之间原本就相互贯通、相互促进、统一而又不可分割的动态网络关系。为广开知识之源，进行大跨度的思维，敞开了绿色通道。

1994年4月，钱学森又反复强调说：“大成智慧的核心就是要打通各行各业各学科的界限，大家都敞开思路互相交流、互相促进，整个知识体系各

① 钱学森：《现代科学技术和科学政策》，中共中央党校出版社，1993年，第80页。

② 钱学森：《社会主义现代化建设的科学和系统工程》，中共中央党校出版社，1987年，第135页。

科学技术部门之间都是相互渗透、相互促进的，人的创造性成果往往出现在这些交叉点上，所有知识都在于此。所以，我们不能闭塞。”可以说，我们掌握的学科知识“跨度越大，创新程度也越大。而这里的障碍是人们习惯中的部门分割、分隔、打不通。而大成智慧学却教我们总揽全局，洞察关系，所以促使我们突破障碍，从而做到大跨度的触类旁通，完成创新。”[①]这是现代科学技术体系观为解决复杂性问题而获得大成智慧的重要启示之一。

7.5.2 掌握科学技术三层次　紧连理论与实践

在现代科学技术体系的纵向结构上，每一个科学技术部门都按照是直接改造客观世界，还是比较间接地联系改造客观世界的原则区分为：基础科学、技术科学、应用技术三个层次（文艺理论的层次划分略有不同）。

科学技术三个层次之间的关系与影响是双向的、统一的。钱学森说："人首先要认识客观世界，才能进而改造客观世界。从这一基本观点出发认识客观世界的学问就是科学，包括自然科学、社会科学等等。""改造客观世界的学问是技术。"而人们在认识世界和改造世界的过程中，主体与客体、认识与实践是相互作用、辩证统一的。所以，钱学森赋予现代“科学”与“技术”的含义，实际上也体现了科学技术相互补充、相互促进的内在统一性。

科学技术三层次的区分，特别是强调重视发展技术科学层次，便于我们自觉地使理论联系实际，促进生产力发展。也便于我们迅速明确某个学科在整个现代科学技术体系中的地位和作用，易于找到薄弱层次和新的科技生长点，打开局面，集中人力、物力，去研究、去探索、去创新。在培养有高度智慧的人才时，也与科学技术三层次密切相关，钱学森主张大学里每一个专业都应是理与工的结合，专业不要分得太细，否则学生将来适应能力差。1991 年秋，面对国际间的激烈竞争，钱学森关于尽快在我国建立科学技术业向中央的建议，也是将科学技术三个层次（各种科研院所—各种科技专业开发公司—各种综合系统设计中心）紧密组织起来成为一条龙，有效地转变成生产力的构想[②]。

---

① 钱学森于 1994 年 2 月 13 日给钱学敏的信。

② 钱学森：《我们要用现代科学技术建设有中国特色的社会主义》，《九十年代科技发展与中国现代化》，1991 年，第 21 页。

要想在“科教兴国”的战略实施过程中出智慧、出成果、出人才，就不仅要多学科知识的综合集成，还要注意将科学技术三个层次的知识与经验、理论与实践紧密结合起来。这是现代科学技术体系观为解决复杂性问题而获得大成智慧的重要启示之二。

7.5.3 科学技术与哲学结合是大成智慧的核心

在现代科学技术体系各科学技术部门三个层次之上，还有一个层次就是各学科的哲学概括。这是通向整个体系的最高概括——马克思主义哲学（辩证唯物主义）的桥梁。它们是：自然科学的自然辩证法、社会科学的历史唯物论、数学科学的数学哲学、系统科学的系统论、思维科学的认识论、人体科学的人天观、军事科学的军事哲学、行为科学的人学、地理科学的地理哲学、建筑科学的建筑哲学、文艺理论的美学。

“把马克思主义哲学放在科学技术整个体系的最高层次，也说明了马克思主义哲学的实质：它决不是独立于现代科学技术之外的，它是和现代科学技术紧密相连的。”[①]早在1978年钱学森就强调：“哲学作为科学技术的最高概括，它是扎根于科学技术中的，是以人的社会实践为基础的；哲学不能反对、也不能否定科学技术的发展，只能因科学技术的发展而发展。”[②]而发展深化马克思主义哲学应先着眼于那11架桥梁，然后，再考虑上升到马克思主义哲学本身。

由此可见，我们不仅需要接受马克思主义哲学的指导，而且应看到，各门科学技术的发展，例如，系统科学特别是开放复杂巨系统的理论与方法等，对马克思主义哲学（辩证唯物主义）基本原理与方法的补充、更新、发展有着极为重要的作用。科学高峰离不开理论思维，在新的世纪里，科学与哲学将更需相互促进、相辅而行。这是现代科学技术体系观为解决复杂性问题而获得大成智慧的重要启示之三。

7.5.4 前科学知识也是大成智慧发展的源泉

在这个现代科学技术体系的外围，还有大量一时还不能纳入体系中的

---

① 钱学森：《论系统工程》，湖南科技出版社，1988年，第528页。

② 钱学森：《科学学、科学技术体系学、马克思主义哲学》，《哲学研究》，1979年第1期，第21－28页。

古往今来人们对世界的探索、认知、初步的哲学思考以及点滴的实践经验、不成文的实际感受、灵感、潜意识、能工巧匠的手艺，那些“只可意会、不可言传”的东西、甚至梦等等，这些暂属于前科学的知识库，信息量很大。这都是些零金碎玉，没有什么逻辑，在我们头脑中有，归根结底也是实践的产物，通过人们主动地在实践中反复比较、鉴别、分析、综合，逐渐将其中有价值的东西提升到理性认识，纳入到现代科学技术体系中，使之不断丰富与发展。这是人们认识与实践的历史长河，永不停息。

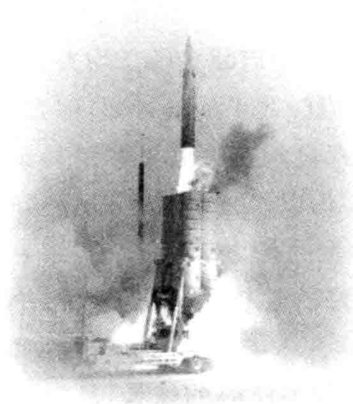
现代科学技术体系及其外围前科学的知识库，包括了古今中外人类在实践中认知的全部学问、知识、经验、信息、智慧，是集大成过程中“集”的对象与内容，也是大成智慧学的科学文化基础和知识源泉。努力利用现代科学技术体系，特别是其外围的前科学知识库去综合集成，会通经验—科学—哲学，“大成智慧”才能不断集成出新。这是现代科学技术体系观为解决复杂性问题而获得大成智慧的启示之四，是最重要的启示。

综上所述，要想成为“大成智慧”者，能够正确地认识和解决复杂性问题，不仅要树立复杂系统观和现代科学技术体系观，利用人-机结合的思维体系、大成智慧工程、总体设计部，努力掌握广博的知识、经验、信息；还要具有高尚的品德、团结奋战、开拓创新的精神，从实际出发、实事求是、反复实践、善于思考，自觉地掌握起反映新世纪的科学观、发展观、方法论。

本文为 2004—2010 年为北京大学研究生的讲课稿

曾发表在：《北京联合大学学报》（自然科学版），2006 年 12 月

《复杂性新探》，人民出版社，2007 年 9 月版，第 109 - 122 页



第8章 钱学森的艺术情趣

提起钱学森，人们总会联想到火箭、导弹腾飞，人造卫星上天，因为他曾冲破重重阻力，不远万里回到祖国，为之奉献了全部智慧和精力，他那高度的爱国主义精神、高尚的民族自尊心和民族气节曾经振奋了不少炎黄子孙。他的这些在科学技术领域的贡献已记录在他的传记里。①

然而，您知道吗？钱学森对文学艺术也有着浓厚的兴趣，他的艺术修养很深。文艺理论、音乐、诗歌、戏剧、电影、电视、绘画、雕刻、书法，以及建筑、园林、工艺美术等等，他都用心体味过，深深地热爱着，并有独具特色的见解。

钱学森不仅拥有一个广阔无垠的科学世界，而且拥有一个绚丽多彩的艺术世界。半个世纪以来，在他攀登过的崎岖山路上，留下了他探寻科学技术艰苦跋涉的足迹，也留下了他富于想象、灵活创新的艺术情趣。科学与艺术、"冷"与"热"的结合，这或许就是大科学家、大艺术家的智慧之源、创新之路、成功之奥秘！

钱学森何以能够对文学艺术有如此广泛的兴趣并陶冶出如此高雅的艺术修养呢？这要从他的青少年说起②。

---

① 见《中国现代科学家传记》，科学出版社1991年版，第1集，第767页。

② 我是他的年轻同辈人，我母亲是只长了他四岁的婶母，我从我母亲那里，听到许多钱学森的故事，这里奉献给读者的只是其中的一部分。



8.1 良好的家庭与学校教育

钱学森的父亲钱均夫是他在文学艺术方面第一个启蒙老师。均夫先生曾东渡日本学习教育、历史、地理，回国后就职于当时北平的教育部，他文笔超凡逸俗，尤喜古典文学、诗书、绘画，因而钱学森自幼在家庭里耳濡目染，各方面受到了良好的教育。直到均夫先生晚年，仍以经抗日战争时代残存的历代名人字画赠予久别回国的儿子，作为最珍贵的礼物。

学校教育终身受益。钱学森有幸在当时最好的学校——北师大附小、附中读书，使他不仅在科学技术方面，而且在文学艺术方面都受到了全面的教育。往事如昨，最近，他回忆 70 多年前自己学习书法时的情景说："记得我在师大附小读书时，级主任于士俭老师教我们书法课，小学生可以按照自己的爱好，选择颜真卿、柳公权、欧阳询、赵孟頫等人的字帖临写，老师如果看学生写得不太好，就坐下来，照着字帖临写一个字，一笔一画地教，他写什么体的字，就极像什么体的字，书法非常好，使你不得不喜爱书法艺术。"

他还回忆说："后来上了师大附中，我们的美术老师高希舜（后来成为著名的国画大师），暑假里开办暑期绘画训练班，教画西洋画，父亲很支持我去，我买不起油彩就用水彩学画，也学画中国画，后来我画得还不错。国文老师是董鲁安，他思想进步，常在课堂上议论时弊，厌恶北洋军阀，欢迎国民革命军北伐，教我们读鲁迅的著作和中国古典文学作品，到了高中三年级时，我对用文言写文章、小品特别感兴趣。我们的音乐老师也非常好，上课时，他用一部手摇的机械唱机（当时没有电唱机），放些唱片，教我们学唱中外名曲，欣赏各种乐曲，如贝多芬的第九交响曲等。后来，贝多芬憧憬世界大同的声响，一直在我心中激荡。"

1929 年，钱学森报考交通大学机械工程系（铁道门），课余时间除了参加学校乐队活动吹吹圆号以外，还经常去听音乐会。有一个星期天晚上，他穿着长布衫，去听上海工部局（英租界政府）乐队演奏的音乐会。门口卖票人看到他这个穷学生的样子，轻蔑地问："你知不知道今天晚上这里是开音乐会?!"卖票人想，交响音乐是洋人和达官显贵们的享受，这穷学生一定搞错了。钱学森并不介意，回答说："我知道，我就是来听这个音乐会的!"后

来，钱学森和表弟李元庆常有交往，李元庆当时关心左翼文艺运动，并开始从事音乐工作，也加深了钱学森对音乐、文艺的兴趣。他渐渐感到，音乐、绘画、文学、艺术能使人们的心灵变得崇高，思维变得活泼而宽广，它们所呈现的美丽梦境，往往是人们的追求和向往。

休假期间，他曾阅读过一位匈牙利社会学家以唯物史观论述的《艺术史》，这对当时的钱学森来说，是一个非常新鲜的、突如其来的看法，在此之前，他从未想过对艺术还可以进行科学分析。接着他又研读了普列汉诺夫的《艺术论》、布哈林的《唯物论》以及中外哲学史，读来读去终于发现唯物论和唯物史观很有道理，唯心论却不切实际，他无意中把对音乐艺术的具体感受与哲学的思考联系在一起了。

8.2 "火箭小组"的艺术启迪

1935年，钱学森赴美国麻省理工学院学习，次年即以优异成绩获得航空工程硕士学位。1936年入加州理工学院深造，师从世界著名空气动力学大师冯·卡门教授，1939年6月荣获航空和数学博士学位。

钱学森在加州理工学院的教学、研究与生活，充满了朝气和艺术情趣，是音乐把他与马林纳等几个年轻的"火箭迷"联在一起，结为知己。假日里，他们常常一起到洛杉矶音乐厅去听洛杉矶交响乐团的演奏，让思绪随着美妙的乐曲任意飞扬。有时大家坐上马林纳的破旧汽车到海滨去玩，欣赏那辽阔的海天，追逐那澎湃的波涛，拥抱整个大自然。

钱学森非常富有想象的能力和把数学与自然现象准确结合在一起的能力、富有从混沌复杂的思绪中提炼精华的能力以及使一些很艰深的命题变得豁然开朗的能力等等，他的这些能力是从何而来的呢？是天赋的吗？他从不承认。专靠学习和掌握各种先进的科学技术，专靠勤奋和汗水就能得到这些宝贵的才能吗？也不尽然。他的这些超凡的能力，除来自前者，恐怕还来自他良好的艺术功底。音乐的梦境、绘画的神韵、诗歌的哲理常常渗入他严密的科学思维之中，给他送来一缕活泼的灵气。当他遇到难题，单靠逻辑推理百思不得其解时，靠艺术的形象思维、靠直感、甚至靠朦胧的梦境，往往能够得到意想不到的收获。这或许就是科学与艺术相结合赋予人们的智



慧和灵感。

8.3 音乐家的艺术熏陶

1947年夏,钱学森与蒋英结为伉俪。蒋英的父亲蒋百里曾留学日本、考察过欧洲,1920年即写成《欧洲文艺复兴史》,是最早把欧洲文艺复兴运动的辉煌历史全面详细介绍到中国来的爱国志士和军事理论家。他与钱均夫是知交,因此,钱学森和蒋英也是青梅竹马,相识于童年。钱学森负笈留美之后,蒋英到德国、奥地利、瑞士、英国等欧洲各地学习音乐达12年之久,她特别擅长演唱欧洲的大歌剧和德国古典艺术歌曲,是位才华出众、音乐造诣很深的艺术家。

共同的艺术情趣是他们相互关怀、相互爱恋的沃土。钱学森送给新娘的第一件礼物,就是一架黑色的大三角钢琴,她用艺术琴曲和歌声,组成了温馨的家。蒋英至今忆及当年,仍十分兴奋地说:"那时候,我们都非常喜欢哲理性强的音乐作品,学森还很喜欢美术,水彩画也画得相当出色。因此,我们常常一起去听音乐、去看美展。我们的业余生活始终充满着艺术气息,不知为什么,我喜欢的,他也喜欢……"

1949年10月1日,新中国成立的消息激动着海外学子的心,钱学森夫妇决定尽快返回祖国,为建设新中国奉献力量。可是天有不测风云,正当他们打起行装,满怀期望准备回国之际,钱学森被诬控为美国共产党员,受到麦卡锡主义的残酷迫害、拘留、软禁长达5年之久。

在那些艰苦斗争的岁月里,蒋英牺牲了她最好的艺术年华,只是为了不荒废所学,仍坚持在家里练声,而大部分时间要与特务进行斗争和周旋。为了摆脱特务的"眼睛",机灵的蒋英在四周无窗的浴室里,放一张小桌和沙发,让钱学森每天坐在那里专心阅读和研究。《工程控制论》、《物理力学》就是在那里耕耘出的硕果。

夜晚,当孩子们入睡以后,有时他们悄悄地欣赏贝多芬、海顿、莫扎特的交响曲,感受那与命运顽强抗争的呼唤。乐观地面对人生,这也许就是贝多芬所要证明的:"音乐是比一切智慧和哲学更高的启示。"

经过坚决斗争并在周恩来总理的关怀下,1955年8月美国政府终于准

予钱学森回国了。但在钱学森一家即将登船启航的时候，美国政府又借口在钱学森的800多公斤行装中，有“密码文件”(可能指数学对数表)，属“军事机密”。从而无理扣留、没收了他在美国20年间积累起来的，个人工作上所需要的书刊、笔记、资料。对此，钱学森固然感到十分愤慨，十分惋惜，但也觉得没什么了不起，因为那些最重要的科学技术成果和经验，已经牢牢地装载在自己的头脑里。有了钱学森，就能发射火箭！

唯有随他们一起赴美，伴他们20年的中国字画等艺术作品，以及三角钢琴，一定要向美国佬讨还！因为它们已是这个家庭不能割舍的“情侣”。经过蒋英百般交涉，总算要回了一些。至今在他们的客厅里仍挂着那幅董其昌气韵生动的山水画和翁同龢雍容刚健的书法真迹，而那架曾遭劫掠的大钢琴，每天仍站在客厅里忠实地为他们伴奏。

8.4 艺术当随时代为人民

钱学森回国以后的业余生活，依然离不开文学艺术。夫人蒋英最初在中央实验歌剧院担任艺术指导和独唱演员，后来到中央音乐学院任歌剧系主任、教授。每当蒋英登台演出，或指导学生毕业演出时，总喜欢请钱学森去听、去评论，有时他工作忙，蒋英就亲自录制下来，放给他听和看。如果有好的中外交响乐队演奏会，蒋英也总是拉他一起去听，把这位科学家、“火箭迷”带到音乐艺术的海洋里，欣赏其中的诗情画意。

星期天如果天气好，他们总是带着孩子一起去郊外野游，到公园散步。香山、碧云寺、樱桃沟、颐和园、景山、北海、中山公园以及故宫、天坛、长城、十三陵，时常留下他们的足迹和身影。钱学森不论是出差江南还是赴西安、成都、昆明等地，也总是不忘游览那里的名胜古迹、历代建筑和园林艺术。

他认为中国园林通过亭台楼阁与湖光山色的巧妙布置，从不同视角，把自然之美更充分地展现出来了，给人们的生活增添了自然的情趣，由此，他多次建议“建设山水城市”、建议把三峡建成“东方瑞士”。

绘画艺术一直为钱学森所钟爱。美术馆、琉璃厂、荣宝斋、中国书店，也是他们常去的地方，购买、收藏当代名画，又是一乐。他常说：“中国画是中国文化的骄傲，因为每一幅画上，不仅有绘画，还有表明画意的诗词，表达诗



词的书法和表现书法、篆刻的印章。它集绘画、诗词、书法、篆刻艺术于一体,因而是东方艺术的一绝,洋人想学也学不了。"他主张艺术当随时代走,反映时代的风貌。

他尤其喜欢读古今中外的文学名作,过目不忘,至今仍能背颂莎士比亚、歌德、鲁迅、毛泽东等许多名家作品中的警句和诗歌。李清照的《夏日绝句》、岳飞的《满江红》等这些充满爱国激情的诗句,他更可脱口而出。因而,他的思维和语言活泼而深刻、清晰又丰富,常常即兴谈来,就是一篇生动的好文章。

8.5 大成智慧与灵感思维

钱学森固然对文学艺术有着广泛而浓厚的兴趣,但他在晚年,并不是像王安石晚年那样去"细数落花"、"缓寻芳草",也不是像牛顿晚年那样去诵经说神,而是把每一思虑都与祖国人民更紧密地联在一起。

他站在世界高科技发展的前沿,总结了现代科学技术发展的成果,提出"现代科学技术体系"的构想。这是一个开放的矩阵式纵横交错的系统,最高层次是马克思主义哲学,也就是辩证唯物论,下面的层次是现代科学技术的11大部门,其间以各门具体科学的哲学概括为桥梁通向哲学,共同作为马克思主义哲学的基础和内容。

凡尚不能纳入这个体系中的,只是一些经验性,非逻辑性的东西,一些零碎的实际感受、直观、灵感、潜意识、甚至梦,都是科学的重要源泉。通过人们不断反复分析、鉴别、提炼,可以将这些前科学中一切有价值的东西汲取出来,深化、发展现代科学技术体系。

钱学森认为,要想真正把握事物、特别是复杂事物的整体,得到对它全面、正确、本质的认识,就只有运用唯物辩证法和现代科学技术体系的知识,甚至包括许多还不能称其为科学的点滴感受和经验,才能科学地研究和反映客观事物的全貌。他把这套方法称为"大成智慧学","集大成,得智慧"。

在钱学森看来,文学艺术在整个现代科学技术体系中,虽有其特点和特殊的地位,但其内容、思维方式与科学技术是互相贯通、互相促进、融为一体的。我们在观察和认识客观世界的时候,就要努力掌握广博的科学知识(包

括文艺知识），集古今中外智慧之大成，冲破学科界限，从各个视角发挥全面认识的功能，才有可能找到创新的道路。他说："跨度越大，创新程度也越大。而这里的障碍是人们习惯中的部门分割、分隔、打不通。而大成智慧学却教我们总揽全局，洞察关系，所以促使我们突破障碍，从而做到大跨度的触类旁通，完成创新。"

从钱学森的现代科学技术体系中，还可以看出：他认为科学技术侧重于"量智"，文学艺术侧重于"性智"，它们又是互相联系的。"量智"着重把握从局部到整体、从量变到质变所获得的知识，"性智"着重把握整体的感受，从事物的质上入手去认识所获得的知识。钱学森说："我们对事物的认识，最后目标是对其整体及内涵（包括质与量）都充分理解。"因而，应是"性智"、"量智"兼备，但要特别注意不应忽视"性智"，他强调说："大科学家尤其要有'性智'"。

从思维方式来看，"量智"侧重于逻辑思维，即具体分析事物的各个部分、各个层次、各个方面，加以严格的逻辑推理，去把握事物的整体；而"性智"则侧重于非逻辑思维，即通过直观感受、灵感、潜意识等，运用形象思维去领会，形成对事物的整体认识。这两种思维方式在科学与艺术活动中虽然有所侧重，但在认识过程中，往往交织在一起，互相促进。然而，只注意逻辑思维、埋头于细节，易犯机械、片面的毛病；只注意非逻辑思维，则易犯主观、表面、抓不住本质的毛病；要善于自觉地把它们结合起来。1991 年，钱学森曾以自己的感受说，44 年来蒋英给我介绍了音乐艺术，正是"这些艺术里所包含的诗情画意和对于人生的深刻的理解，使得我丰富了对世界的认识，学会了艺术的广阔思维方法。或者说，正因为我受到这些艺术方面的熏陶，所以我才能够避免死心眼，避免机械唯物论，想问题能够更宽一点、活一点"。

文艺工作者往往把直观、灵感、非逻辑思维当作认识和创作活动中主要的思维方式，相信自己的直觉、经验和感受，这不无道理。钱老曾以自己亲自经历谈灵感思维，他说："灵感思维是人们在生活中真有的，我自己就有过多次，解决了研究中遇到的难题。这都是在半梦半醒时发生的。现在我想，这是在正常清醒情况下，头脑中框框太多，阻碍大跨度的思维，所以要在半梦半醒中突破障碍，见到事理。但有一点必须明确，即灵感思维也是以人头



脑中沉淀的知识为基础的，如果没有人类的实践认识（自己的、他人告知的、书本上学得的），灵感思维也不能自天而降。”①

他在回忆几十年来自己创新求索的过程时，更明确地说：“在30年代中期到40年代初，当我碰到疑难问题时，苦思不得其解，总是靠形象（直感）思维，甚至是灵感（顿悟）思维解决问题，这是说我头脑中框框太多，不能从理论上触类旁通，得靠形象，甚至靠梦境。这种困境，后来逐渐缓解，不用做梦了，推敲一阵子就能看出问题所在。但真正做到触类旁通，是在懂得了科学技术以及知识体系之后。”

8.6 “艺术与科学技术相结合”

以上所述，可能是钱学森强调文艺工作者要与科技工作者多交朋友、“艺术与科学技术相结合”②的重要原因。另一个重要原因就是时代的要求：我们正面临的这场第五次产业革命，是以信息技术革命为龙头的高新技术革命，它不仅正在促进生产的飞速发展、市场经济的繁荣、社会的急剧变革，而且正在迅速改变着我们的伦理、法制观念，改变着我们的生活方式、思维方式，塑造着一代新人。

当今，人们生活在各种高科技飞速发展的信息时代，这个时代人-机结合、信息如潮，计算机、个人终端组成的环球信息网络更把世界联为一体，再加上灵境技术、多媒体技术、遥作技术等高科技的普及和应用，为人们提供如同亲临真实事物发展变化之中的情景。钱学森说，这就使人感受到从前不能感受到的东西：“大至宇宙，小至分子、原子，人都能审视感触！”打开了人的视野，扩展了人的实践领域和活动空间。钱学森看到，若能把这些先进的科学技术，加之中国五千年辉煌的传统文化与文学艺术更紧密地结合起来，必将促进艺术的发展，闪现出奇光异彩！

“乾坤万里眼，时序百年心”（杜甫）。“艺术与科学技术相结合”，成为“科学的艺术与艺术的科学”，这是钱学森几乎一生的经历和体验，是他为艺术家、科学家描绘的美妙前景，也是他对人们的寄语与深情。

---

① 钱学森于1994年2月13日给吴远教授的信。

② 钱学森于1994年7月18日给汪成为、钱学敏的信。

本文为钱学森著：

《科学的艺术与艺术的科学》一书的“编后记”，人民文学出版社 1994 年 12 月版

曾刊载于：

《人民日报》(海外版)1995 年 11 月 27 日

《新加坡联合早报》1995 年 12 月 3 日转载





第9章 钱学森论科学艺术与创新思维

千百年来，科学与艺术随着社会经济的发展，不断互相促进、丰富、创新，像大海的波涛，一浪高过一浪，滚滚向前，谱写着人类文明的壮丽诗篇。

科学与艺术的结缘或分离，涉及科学与艺术自身的发展，影响着物质文明与精神文明建设。因此，科学与艺术的关系及其社会功能，日益成为人们普遍关注的问题。

几十年来，钱学森不仅为火箭和导弹腾飞、人造卫星上天奉献着心血和智慧；为系统科学、思维科学、人体科学、行为科学、军事科学、地理科学、建筑科学等诸学科的建立与发展奋力开拓；他还为科学与艺术的结合，提高文学艺术的社会地位而认真探索，思绪翩翩，时常有一些高识远见在他的著作、文章、书信与谈话中闪现。

9.1 文学艺术与现代科学技术体系

钱学森总结20世纪现代科学技术飞速发展的成果，特别是一大批新兴学科、交叉学科的兴起，认为把它们全部都简单地归入自然科学与社会科学两大科学门类已不适宜了。于是，他提出建立现代科学技术体系的整体构想，目前暂包括十一大科学技术部门，其中很大一部分就是“文艺理论”，包括文艺创作、文艺活动及其通向马克思主义哲学的桥梁——美学。

这是一个各门科学技术（包括文学艺术）互相贯通、相互促进、动态的、

开放的体系，各门科学技术随着生产力的发展、社会的进步、人类认识和改造世界的深化，不断丰富、不断提高，永无止境，日益趋近于绝对真理。同时，现代科学技术体系所涵盖的科学技术部门也将不断扩大。1996 年 6 月，钱学森看到，随着我国改革开放和经济的发展，新兴城市纷纷崛起，来势迅猛，城市规划与建设亦喜亦忧，任重道远。他主张建设“山水城市”，并且提出把科学与艺术的结晶——建筑科学，作为一门独立的大科学部门建立起来，列入体系，指导我们的未来建设①。

把文学艺术放在科学技术体系之中，作为一个相互关联、难以分割的整体来考虑，并不是随意而定，随手划入的。这是由于客观世界本是纷繁复杂、变化多端、日新月异的，不同事物有不同的运动形态和矛盾特殊性。然而它们又不是彼此孤立的，而是相辅相成，形成各种系统交织在一起。各门科学的差别，无非是我们从研究问题或看问题的方法或角度的不同来加以区分的，其实，它们的研究对象（包括文学艺术的研究对象）都是统一的、同一的，即包括自然界、人类社会、人和人化自然在内的整个客观世界。

艺术与科学一样，来源于现实生活，反映客观世界，积极影响人们的思维与认识，又反作用于改造客观世界的实践活动。但是，艺术作为一种满足人们精神需要的审美活动，在内容和形式上与科学似乎又有很大区别，不仅其形态、风格、手法可因创作者不同而千姿百态，气象万千，而且艺术注意的侧面也往往是在社会历史实践基础上形成的、能引起人们普遍兴趣的、具有各种审美特征的具体生活现象。即使是对大自然景象的描写，其角度和意义也往往与自然科学不同。自然科学家走到野外，注意的是地质、地貌、动植物的生态特征；艺术家走到野外见得山花翠谷、溪水流清，正好借景寓情。但是，如果艺术家也有一些地质、地理、生物科学的知识，那他的观察与体验会更深，他的创作定将会景更美、情更浓。

文学艺术固然是侧重以人为研究对象，用真善美塑造人的灵魂的，但是无论是个人还是群体，都与整个客观世界的发展变化息息相通，紧密联系在一起。生态环境的破坏、社会的经济发展状态、动乱与兴衰，都会影响人们的生活与健康、精神与情感。因此，钱学森认为：一位艺术家要对人民有正

① 钱学森：《关于哲学、建筑科学、学术民主的思考》，见《科学日报》，1996 年7 月 14 日。



确的认识和引导,就"必须对人民所在的现实世界有所认识;要认识现实世界就必须要全部科学技术,包括自然科学技术、社会科学和马克思主义哲学"[①]。南宋伟大的爱国诗人陆游云:"汝果欲学诗,功夫在诗外。"大概也是指出,文艺人要有丰富的阅历和广博的学识,才能写出好诗吧。

因此,钱学森把文学艺术归入现代科学技术体系之中,作为不可分割的重要组成部分,这既肯定了文学艺术与科学技术一样,是一门独立的科学大部门;又揭示了艺术与科学一样,同是认识世界和改造世界的学问,需要有正确的哲学(世界观)为指导;也指出了科学与艺术在本质上相互贯通、相互促进、不可分割的紧密关系。不难设想,钱学森这一重要的科学思想,定能为科学与艺术的共同繁荣与发展,为祖国的文明建设照亮航程。

9.2 科学思维方式与艺术思维方式

从科学家与艺术家的思维素养上来看,科学与艺术原本就是难以分离的,科学需要艺术,艺术也需要科学。文学艺术在整个现代科学技术体系中,虽有其特点和特殊的地位,但其内容、思维方式与科学技术是互相贯通、互相促进、融为一体的。

钱学森认为,"我们对事物的认识,最后目标是对其整体及内涵(包括质与量)都充分理解。"科学与艺术作为认识世界和改造世界的学问,其目标是统一的,科学与艺术是从不同视角、不同侧面,以不同手法,去探索世界的奥秘,揭示事物的真理。

从现代科学技术体系中可以看到,钱学森借鉴老哲学家熊十力把人的智慧分为"性智"、"量智"的观点,加以唯物主义的解释与发挥。他把文艺创作、文艺理论、美学以及各种文艺活动归为"性智",把自然科学、数学科学、系统科学等十大科学部门归为"量智",中间以双箭头相连,表示"量智"与"性智"又是相互促进、密不可分的。

"量智"侧重在科学技术方面,是研究事物从局部到整体,从量变到质变所获得的知识,并掌握其"度"。"性智"侧重在文化艺术方面,主要是从整体的、形象的感受上,从事物的"质"上入手去认识事物的本质与规律,所获得

① 钱学森于1996年5月29日致刘为民的信。

的成果和知识。钱学森十分重视“性智”的培养,他强调说:“大科学家尤其要有‘性智’”。

从思维方式来看,“量智”——科学技术思维,往往侧重于逻辑思维,即具体分析事物的各个部分、各个方面、各个系统、各个层次及其相互关系,加以严格、冷静的逻辑推理、科学试验、综合集成,去把握事物的整体、本质和发展规律;“性智”——文学艺术思维,往往侧重于非逻辑思维,即通过直观感受、灵感、潜意识等,运用形象思维和丰富的情感,去领悟、去想象,形成对事物完整的认识,从光怪陆离、变化莫测的现象中,探寻出深刻的本质。

科学与艺术的思维方式虽各有特点、各有侧重,但在认识世界和改造世界的过程中,它们往往交织在一起,互相补充、相互促进,不是相互隔离的,只注意逻辑思维,埋头于细节,易犯机械、片面的毛病;只注意形象思维,跟着感受走,浮于幻想,易犯主观、表面、抓不住本质的毛病,必须自觉地把它们结合起来。钱学森曾以自己与艺术家夫人幸福生活的感受为例说:40多年来,蒋英给我介绍了音乐艺术,正是“这些艺术里所包含的诗情画意和对于人生的深刻的理解,使得我丰富了对世界的认识,学会了艺术的广阔思维方法。或者说,正因为我受到这些艺术方面的熏陶,所以我才能够避免死心眼,避免机械唯物论,想问题能够更宽一点、活一点。”[①]

钱学森一贯注意把科学与艺术的思维方式结合起来,互相促进。这恐怕与他的良好的文化素养有关。他不仅具有渊博的科学技术知识,心中有一个广阔无垠的科学世界,而且具有深厚的艺术造诣,拥有一个绚丽多彩的艺术世界。他徜徉在科学与艺术世界之中,因而,思路广阔而灵活,思维之花长盛不衰。

当他进行科学研究遇到难题,单靠逻辑推理百思不得其解时,转而靠艺术的形象思维方式去思考,往往得到意想不到的收获。音乐的梦幻、绘画的神韵、诗歌的意境……往往渗入他那缜密的、科学的思维之中,送来一缕活泼的灵气、新奇的启迪,迸发出智慧的火花。

钱学森对于科学与艺术相结合的思维过程,曾经作了具体而精彩的分析。他说:“从思维科学角度看,科学工作总是从一个猜想开始的,然后才是

① 钱学森:《在授奖仪式上的讲话》,见《人民日报》,1991年10月17日。



科学论证;换言之,科学工作是源于形象思维,终于逻辑思维。形象思维是源于艺术,所以科学工作是先艺术,后才是科学。相反,艺术工作必须对事物有个科学的认识,然后才是艺术创作。在过去,人们总是只看到后一半,所以把科学和艺术分了家,而其实是分不了家的;科学需要艺术,艺术也需要科学。"[①]

科学家在运用理性的逻辑思维进行创造发明的过程中,其丰富的想象力、对客观世界敏锐的洞察和独特的视角,以及从灵活多样的途径捕捉真理、表现真理的方式和执着求索的热情,无不与艺术的修养、艺术的形象思维相联。同样,艺术家在展开想象的翅膀自由翱翔之际,如果没有科学的世界观和方法论为先导,没有实事求是的调查研究与科学分析并进行逻辑思维,其艺术作品也难以显示出崇高的精神与无穷的魅力。曹雪芹的《红楼梦》、贝多芬的交响曲、精美的传统手工艺品制作,以及东方的园林设计、现代的工业美术设计等等,无一不是科学思维与艺术思维相结合绽开的鲜花、结出的硕果。

9.3 科学与艺术结合——群星之路

钱学森时常兴致勃勃地谈起中外历史上以至当代许多学者、科学家不仅热爱艺术,而且是位艺术家;许多艺术家在科学上也有很深刻的理解和成就。他们往往是集科学、艺术、哲学于一身的"大成智慧"者。钱学森赞赏他们由于具有很高的科学素养和艺术修养,能够把科学思维与艺术思维结合起来,因而能够找到智慧之源、创新之路、成功之奥秘,为人类的物质文明和精神文明作出巨大的贡献。例如:

东汉的张衡(78—139)为中国古代宇宙结构理论浑天说的代表。他认为宇宙在时间上和空间上都是无极限的,"元气"这种客观物质是世界的本源,并且描述了天地万物发生、发展的过程,正确解释了月食的成因。他在132年制造出的世界第一台测地震的仪器——候风地动仪,科学而精美。他还制造了指南车、记里车等,著有数学名著《算罔论》,所作《地形图》流传到唐代。而他又颇具文采,他的《二京赋》、《思玄赋》、《归田赋》、《四愁诗》等

---

① 钱学森于1995年11月5日致刘为民的信。

诗赋，抨击宦官专政，抒发内心情感，对后世影响很大，为承前启后的汉赋家。他还是当时著名的六大画家之一。

南宋的朱熹(1130—1200)是颇具文学修养的哲学家、文艺评论家，他的《诗经集传》、《楚辞集注》及其许多诗文杂著在当时具有一定代表性，影响深远。他亦是位博学慎思的教育家，主张做学问“要先泛观博览，而后归之约”。朱熹还有一定的科学知识和成果，他对于宇宙的结构和演化、天体的运行、气候与气象、潮汐变化、日食、月食以及动物、植物、医药学等方面的具体研究，都有独到之处。

鲁迅(1881—1936)，现代文学家、思想家。早年学医，懂得科学。为唤起民众，他弃医从文，在他的小说《狂人日记》、《阿Q正传》以及许多杂文：《二心集》、《南腔北调集》、《伪自由书》、《且介亭杂文》等8个集子中，鞭笞封建制度与礼教、抨击对外不抵抗主义和全盘西化的观点，以大无畏的精神倡导科学与民主，振奋了民族精神。他的杂文是政论性(科学性)和形象性(艺术性)相统一的精品，具有极高的艺术价值和深远的社会影响。

郭沫若(1892—1978)，现代科学家、文学家和社会活动家。他在日本帝国大学医科学习时就写出了诗集《女神》，成为新诗歌的启明星。此后，他在戏剧、考古、文艺评论、历史研究，以及书法艺术等文艺领域里都有着惊人的突破。郭沫若作为新中国科学院第一任院长，对于科学有很深的理解，在他领导中国科学院各门学科的建立与发展的近30年间，一直十分重视自然科学与人文社会科学的结合，科学与艺术的实践，从而做出了杰出的贡献，为人民所敬仰和怀念。

外国的事例也不胜枚举。

达·芬奇(Leonardo Da Vinci，1452—1519)，意大利文艺复兴时期的自然科学家、艺术家、哲学家，学识渊博，多才多艺。他不仅是大画家，有《最后的晚餐》、《蒙娜丽莎》等名作，还是位大数学家、力学家和工程师，他在解剖学、生物学、光学、地质学方面也都很有研究。他自觉地把艺术想象与科学认识有机地结合起来，把数学、透视学、解剖学等原理应用到艺术实践，从而也激发他从事科学研究的广泛兴趣。他发明了各种纺织机、切削机、独轮车、降落伞、蜻蜓式飞行器等。达·芬奇还设计改造了运河灌溉系统，设计了军用云梯、攻城武器、弩炮、撒弹炮、初级的装甲车、战舰等，他是近代科学



与艺术的先驱。

康德(Immanuel Kant,1724—1804),德国古典哲学的奠基人,有丰厚的哲学著作,是历史上最伟大的哲学家之一。他不仅对文艺、美学很有研究与见地,而且是有重大贡献的自然科学家,他所著《自然通史和天体论》和康德-拉普拉斯关于太阳系自然形成的星云假说,超越了牛顿的自然观,第一次打开了传统的形而上学自然观的缺口,捍卫了科学,打击了神学。

歌德(Johann Wolfgang von Goethe,1749—1832),德国作家、世界文学巨匠。他的《少年维特之烦恼》、《浮士德》具有很高的文学成就,他不仅精通绘画、音乐,而且他对物理学、解剖学也很有研究,并著有《颜色学》。同时,他还是一位自然哲学家。

爱因斯坦(Albert Einstein,1879—1955),德国出生美籍理论物理学家,诺贝尔物理学奖获得者。他具有惊人的创造性才智,提出了一系列新的科学理论:揭示物质与能量的相当性,赋予时间、空间、引力以新的科学观念。他的《广义相对论基础》(1916)突破了牛顿经典物理学的局限性,推动了物理学的革命。他的质能方程 $E=mc^2$ 表明物质粒子可以释放出巨大的能量,这一威力已由原子弹、氢弹得到证实。但是爱因斯坦反对战争,热爱和平,对哲学和艺术亦十分钟情。他从 6 岁起就学拉小提琴,13 岁时又爱上了几何学和康德哲学。此后,科学、艺术、哲学交织在一起,成为他一生的精神支柱和智慧源泉。在艺术中,他最热爱音乐,巴赫、莫扎特、贝多芬的作品常使他沉醉。他几乎每天都拉小提琴,还能弹得一手好钢琴。他常常和好友普朗克演奏贝多芬等音乐家的作品。相对论的创始人爱因斯坦拉小提琴,量子力学的创始人普朗克弹钢琴。两位推动 20 世纪物理学革命的大科学家,经常共同演奏动人乐章的故事,至今传为美谈。

爱因斯坦还喜爱文学,莎士比亚、歌德、海涅、陀斯妥耶夫斯基等文学家的作品,他都十分推崇,认为有些文艺作品比任何科学家给予人们的都多。他在《我的世界观》一文中写道:“照亮我的道路,并且不断地给我新的勇气去愉快地正视生活的理想,是善、美和真。要不是全神贯注于那个在艺术和科学工作领域里永远也达不到的对象,那么人生在我看来就是空虚的。”[①]

---

① 爱因斯坦:《我的世界观》,《爱因斯坦全集》,第 3 卷. 1979 年。

9.4 文学艺术发展的广阔天地

科学技术的发展不仅促进社会生产力的提高、经济实力的增强，而且可以改进文艺的表现方式和传播载体，开辟文艺驰骋的新领域。1995年秋，钱学森提出人类文化发展的历史，大致可分为三个阶段：①机械文化阶段，②影视文化阶段，③信息文化阶段。[①]

1. 机械文化阶段

这是时间最长、具有永久魅力的历史阶段。自古以来，在科学技术还不发达的时代，人们以石壁、竹木、泥土、甲骨、贝壳、丝麻、绢帛、草纸、玉石、金、银、铜、铁等物质为载体，通过手工劳作、绘画、笔写、刀刻或简单的机械印刷、加工、熔铸等方式，把创作出的各种文学艺术作品表现出来，流传下去。商代的酗亚方尊、东汉的奔马踏飞燕都是精美的青铜制品；汉唐的敦煌石窟是彩绘在石壁上的艺术宝库；丝、竹、管、弦传播着东方音乐的神韵；竹简、绢帛、草纸记录了我国五千年的悠久文化，使那些美妙的诗、词、歌、赋、文学名著等等，得以流传至今，成为稀世珍宝。

2. 影视文化阶段

近百年来，由于物理学革命、电磁理论的建立，各种电子信息技术迅速发展起来，电灯、电话以及电影、电视、电子琴、录音伴唱(卡拉OK)、光盘、电子计算机等的出现，不仅改变了人们的劳动方式、生活方式，而且大大改变了文艺的载体与表现形式。文学、诗歌、雕塑、音乐、舞蹈、戏剧等等艺术创作，皆可借助这种电子器材表现出来；图文声像并茂，并可随意选择与调节，组成综合艺术形式，直接快捷地诉诸人们的感官，得到更为深刻的印象和丰富的艺术享受。人们不需捧着书本秉烛夜读《西游记》，而可以通过电视或光盘中犹如真实的影像，坐看孙悟空在云端，一个跟头翻出十万八千里和全部《西游记》故事，感受生动、具体。

同时，电子琴、录音机、录音伴唱、录音磁带，可以代替几十人、上百人的乐队，根据作曲家的意向演奏、录制出各种乐曲，为音乐的创作、声乐的发展提供了良好的条件。甚至可以借助电子乐器或计算机的加工改造，制造出

---

① 钱学森于1995年11月5日致刘为民的信。



超过常人声域的声音、制造出神秘的“宇宙音”。

进入20世纪90年代，新型的歌舞厅、戏剧院、娱乐城等如雨后春笋般冒了出来，利用电子计算机、激光、自动控制等技术，调节舞台、歌厅的灯光、音响、场景变化，已大大超出了过去简陋的手工操作方法，而且可以使之流光溢彩、明丽神奇，走入崭新的艺术天地。今天的舞台技术是包括建筑、电子、声学、光学、化学、机械等多学科的综合技术。

3．信息文化阶段

透过新世纪的曙光展望未来，不仅是生物科学、人体科学飞速发展的时代，而且将成为微电子信息技术广泛应用、深入发展的信息社会。人们通过计算机终端、互联网络、多媒体技术、遥作技术，特别是灵境技术[①]，形成人-机交互作用的系统，以此为载体，既可以随手调集古今中外有关信息，集智慧之大成，创造性地从事各项工作；也可以主动选择古今中外各种文学艺术精品于眼前，犹如身临其境地进入美妙的艺术空间，参与其中，打开你的思路，敞开你的心扉，去体悟、去遐想、去接受人类所创造的一切艺术精华。因此，这种高科技与载体为提高人们的审美力和艺术的创造力、发展现代化的科学与艺术，展现出无限广阔的前景。人们再不会感到“此中有真意，欲辨已忘言”的困惑。这种交互式综合艺术形式的诞生，带给我们一个更为丰富多彩的艺术世界。

据悉，美国迪斯尼乐园近年来利用灵境技术等编排出各种惊险有趣的文艺节目，请游人参与。由于亦真亦幻、演员与看客难分，常常令众多游客神思飞动，乐而忘返。目前，全世界都在努力探索灵境技术的应用与发展，我们国家也在认真学习，竭力赶上去。

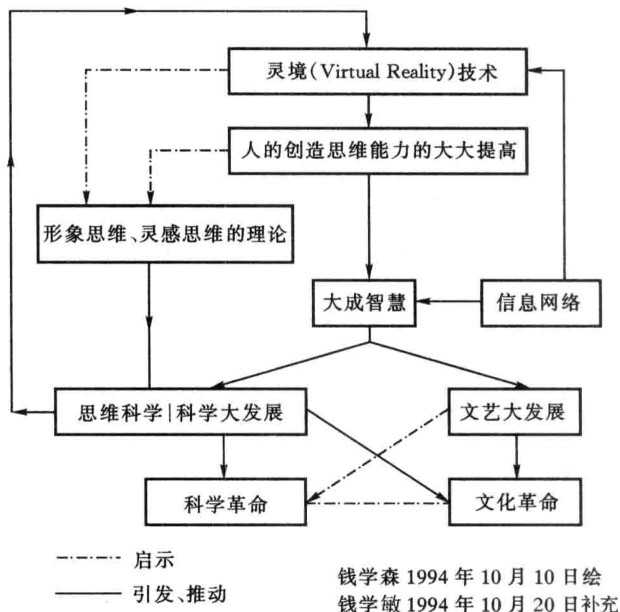
钱学森十分关注电子计算机、多媒体技术、互联网络，特别是灵境技术的发展。他认为具有较高文艺素养、拥有广博科学技术知识的人群，如果经常人-机相结合地进行工作，将使人的智能发展到一个崭新的阶段，大大提

---

① 灵境技术是利用计算机、多媒体技术等使人感受到一种虚拟的现实世界。目前，还需要戴上设计好的头盔和手套。头盔中有投影三维图像双(视)频道屏幕，使用者头部转动时，计算机会跟踪其位置变化，并立即相应地改变观察屏幕上的图像。同时，手套可以将手的姿态、动作所表达的主观意图输送给计算机，参与其中。

戴上这样的头盔和手套，利用灵境技术，你可以坐在家里“巡游”法国的卢浮宫每一幅精美的绘画、“走入”悉尼歌剧院，和世界歌星同台献艺、“触摸”万里长城、“感受”塞外清风。皆有一种身临其境的真实感。

高人的创造思维能力,甚至可以出现智能革命,他曾说:“灵境技术是继计算机技术革命之后的又一项技术革命。它将引发一系列震憾全世界的变革,一定是人类历史中的大事。”[①]他并且亲手绘制一图表,说明灵境技术与人的形象思维、灵感思维、创造思维,与科学、文艺大发展的密切关系。



钱学森纵览科学与文艺发展的历史,深刻地指出:“往往是科学技术的发展给文艺的表达提供了前所未有的可能,而这种可能又往往不是自觉地为文艺工作者所利用,常常倒是其他人,偶然发现了这种可能性,从而开拓了文艺的新形式、新文艺。这种蒙昧,在 150 年前也许是不可避免的,但现在我们已经懂得了辩证唯物主义,并且应用到人类社会现象,建立了历史唯物主义,我们应该自觉地去研究规律,去研究科学技术和文学艺术之间的这种相互作用的规律。不但研究规律,而且应该能动地去寻找还有什么现代科学技术成果可以为文学艺术所利用,使科学技术为创造社会主义文艺服务。我们也要在这个领域走到世界前列。”[②]

① 钱学森于 1994 年 10 月 10 日致戴汝为等 3 人的信。

② 钱学森:《〈艺术科技〉卷首语》,《艺术科技》,1990 年第 2 期。



钱学森深切地盼望文艺人能更主动地利用高科技的成果,发扬祖国的文艺传统,创造新文艺。他说:“我经常收到的有关文艺、文化的刊物有《中流》、《文艺研究》和《文艺理论与批评》,而其中除美学理论外都是:①骂资产阶级自由化分子;②发牢骚;③论中国古代的文艺辉煌。但就是缺对新文艺形式的探讨。研究科学技术发展所能提供的新的文艺手段。”

“回顾本世纪的历史就看到这是文艺人和文艺理论工作者的老毛病。电影出现了,是自生地发展;电视出现了,也是自生地发展。录音伴奏(卡拉OK)出现了,有些文艺人、文艺理论工作者惊慌失措、骂娘!这怎么行!被动呵!”

“作为社会主义中国的文艺人、文艺理论工作者,他们应该以敏锐的眼光,发现一切可以为文艺活动服务的高新技术,并研究如何利用它来发展社会主义中国的文艺,繁荣新中国的文艺。所以这也是现代中国的社会革命要研究的课题。当然,不忘中国五千年辉煌的文艺传统,但我们在21世纪要利用最新的科学技术成果发扬这一文艺传统!”[①]

9.5 科学与艺术的社会功能

几十年来,钱学森一直奋力为科学与艺术的结合、发展、普及鸣锣开道,这并不是出于个人兴趣,而是出于对社会建设、人民未来的无限期望与精心设计。

他对科学与艺术的社会功能,有着深刻的理解。科学包括技术,如马克思所言:“是最高意义上的革命力量”。掌握先进科学技术的劳动者,是社会生产力发展最重要的因素,因此,科学技术是推动社会进步最强大的杠杆。甚至可以说,科学技术的发展将成为当今改变整个世界的主导力量。21世纪的国际竞争主要是“科技战”、“智力战”,我们靠“科教兴国”是英明的战略决策。科学技术不仅是物质文明建设的关键,也是社会主义精神文明建设的基石。

艺术作品的价值是在社会实践以及科学试验的历史过程中形成的,既是作者自我价值的实现,带有作者的个性特色与品格,又有一定的普遍性内

① 钱学森:《科学的艺术与艺术的科学》,人民文学出版社,1994年,第1-2页。

涵，具有社会性或科学性。艺术作品往往通过认识、教育、审美、娱乐等途径发挥巨大的社会作用。当前社会主义文艺应高扬时代主旋律，以丰富多彩的表现形式，反映时代精神。以科学的理论武装人，以正确的舆论引导人，以高尚的精神塑造人，以优秀的作品鼓舞人。一部好的艺术作品可能比一部严谨的科学著作给予更多的人以更多的东西。人的政治觉悟、文化素养提高了，自然于国、于民大有裨益，就此而言，文艺作品的社会功能是很了不起的，如钱学森所说：是"一本万利"的。

由此，钱学森强调，科学家应该学点艺术，艺术家也应该学点科学。他特别提倡艺术工作者要与科技工作者多交朋友，要了解科学技术，了解科学家，这样才能开阔视野，写出好的作品。不然，中国当代伟大的科技工程如何能表现好？写出来的科学家也不太像。

他常常以无限崇敬和深切关怀的心情，谈起那些几十年如一日战斗在风沙大漠，为"两弹一星"的成功发射，不怕苦、不怕死的航天人；谈起那些为了祖国建设，长年在深山野岭奋斗不息的"三线"人；谈起那些用血和汗筑起葛洲坝、红旗渠以及建设铁路、公路，架起桥梁的广大工程技术人员和千百万民工。

他盼望文艺工作者能深入实践，体验和了解广大科技人员和工农兵群众的工作、生活、思想、情感。努力用各种艺术形式，把他们为了祖国的繁荣富强，成年累月战天斗地、含辛茹苦、无私奉献的动人事迹表现出来，激励战士，鼓舞人民，记录下我们民族这段光辉的历史和不朽的精神财富。

同时，他强调，科学技术的普及工作也期待着文艺工作者的参与、合作。每个科学家、工程技术人员的心目中都有一个独特的世界图景：五彩缤纷的繁星宇宙、复杂莫测的物质结构、奇妙有序的生命奥秘……如能用各种文学艺术形式，通过先进的科技手段、物质载体，将其一一表现出来，通俗而生动地传播给广大群众和青少年，将会逐步提高全民族的文化素质和科学精神，推动社会前进。

钱学森曾深切地指出：我们大家所熟悉的，只不过是许许多多世界中最常看到的一个。科学技术人员心目中还有几十个世界可以描述，等待着文学艺术家们用他们那些最富于表达能力的各种艺术手法去创造出前所未有的文学艺术。"这里的文学艺术中，含有的不是幻想，但像幻想；不是神奇，



但很神奇；不是惊险故事，但很惊险。它将把我们引向远处，引向高处，引向深处……"①

钱学森与蒋英的日常生活充满艺术情趣，他们努力把科学与艺术结合起来，培育出朵朵小花，献给人民。音乐艺术家蒋英教授对科技事业、科技人的艰辛十分关心和理解，她曾以巨大的热情，不顾一连好几个月的疲劳，参与组织、指导一台大型音乐会"星光灿烂"，歌唱航天人，献给航天人。每当她的学生演出时，她也竭力把所有认识的科技人请来欣赏、同乐。钱学森对音乐、诗歌、戏剧、电影、电视、绘画、雕刻、书法以及建筑、园林、工艺美术等都怀有浓厚的兴趣。他会拉小提琴、会吹中音号、画儿也画得很好。这位导弹、火箭的总工程师。1980年曾兴趣盎然地为上海科影厂设计《向宇宙进军》的开头片。他说："开头，是对于太空美好的幻想。我设想，一开始，就是发射卫星这个场面，很雄伟，很壮观，喷出火焰，声音很响。火箭发射后，变成小点，越来越小，声音也越来越轻。然后，出现古代的幻想，配上古典音乐、古筝，引入古代的文物，无非是画、诗，诗情画意，但是要按时代顺序来排。""第二部分着重讲各种应用卫星与国民经济的关系，卫星能起什么作用。"他一一形象而生动地给大家介绍起来，令人至今难忘。

钱学森和蒋英喜欢徐迟的《地质之光》、《哥德巴赫猜想》，黄宗英的《大雁情》、《小木屋》，穆青的《两张闪光的照片》等报告文学作品，认为这些写科技人动人事迹的好作品，也是科学与艺术结合的科普作品。

钱学森始终认为："科普的一个目的是要使群众掌握科学技术，从而使群众变成现代化的巨大生产力，因此科普的对象是人民群众。"②其内容不仅要以生动、通俗的方式普及一般的科学技术知识，而且要普及科学的世界观、方法论，赋予人民科学精神！当然也还要有"高级科普"，即为了科技专家们了解非各自领域的新发展，开阔思路用的。

对于"高级科普"工作，钱学森对科技人员寄予更大的希望。希望科技人员多有一些文学艺术素质。他最近还说："要求科技工作者对不在行、不懂行的人介绍自己的工作，我觉得是很需要的。但是许多很有学问的人为

---

① 钱学森：《科学的艺术与艺术的科学》，人民文学出版社，1994年，第191页。

② 钱学森：《科学的艺术与艺术的科学》，人民文学出版社，1994年，第226页。

什么做不好呢？一般说是口才问题，实际上是不会用非本行人的思维逻辑和通俗易懂的比喻，用形象的语言来表达你要说的科技问题。”他赞扬：卢嘉锡副委员长作为分子结构专家，讲科学技术方面的事总是讲得很好。著名数学家苏步青的诗作已为大家熟知，他 1979 年率团去原联邦德国杜市访问，离开阿康饭店时，提笔赋诗：“西来处处揖繁华，杜市阿康是我家。中德人民长友好，不愁前途有风沙。”沟通了两国人民的情感，架起了友谊的桥梁。

著名地理学家、气象学家、物候学家竺可桢教授，在他的物候学研究中，引用了一些古代诗词作证：例如在介绍长江、黄河流域海拔 4 000 米以上四季皆冬时，引用李白的《塞下曲》：“五月天山雪，无花只有寒。笛中闻折柳，春色未曾看。”王之涣《凉州词》：“黄河远上白云间，一片孤城万仞山。羌笛何须怨杨柳，春风不度玉门关。”把物候表述得很生动。[①] 他的许多科学观点和《物候学》，指导农业的生产，服务于国民经济的发展。

钱学森还常提起许多才华出众的著名科学家：李四光、钱三强、高士其、汪德昭、吴阶平、许国志、李政道、贝聿铭等，赞扬他们不仅在科学研究上，而且在科学普及和科学与艺术的结合上都做出了卓越的贡献。

钱学森一个突出的特点是：他极善于把一些艰深复杂的科学命题，用风趣、幽默、通俗易懂的语言或生动的比喻说清、说透。他做科普工作，年年月月，乐此不疲。他曾向老一辈党政军高级领导讲火箭、导弹、卫星技术、高速飞行问题；他曾在中共中央党校，连续几年向全国各地方党政领导干部讲解科学技术现代化与社会主义建设的系统工程。大学生尤其爱读他的文章，爱听他讲话。1991 年 10 月 16 日钱学森在人民大会堂授奖仪式上，毫无准备的即席发言[②]，后来竟成了大学新闻系学生喜爱的范文和教材。他这样惊人的才智从何而来？除了勤奋，恐怕还是来自科学与艺术的结合。

科学与艺术相结合的巨大社会功能，已逐渐成为国人共识。1996 年他曾经秉笔直书：“要把文艺对社会进步的作用放到与科学技术同等的高度来认识。”他建议：“我们国家不但要建立并发展科学技术业，即第四产业，还要

① “黄沙直上白云间……”，竺可桢：《物候学》，1975 年。

② 钱学森：《在授奖仪式上的讲话》，《人民日报》，1991 年 10 月 17 日。



建立并发展经营文学艺术活动的第五产业”[1]。让社会主义物质文明建设和精神文明建设，有所创新！有所前进！

9.6 科学与艺术是不断丰富的一对范畴

钱学森一贯强调，人一方面要有文化艺术修养，另一方面又要有科学技术知识。他说："人的智慧是两大部分：量智和性智。缺一不成智慧！此为'大成智慧学'，是辩证唯物主义的。"[2]这里的“量智”主要就是指科学知识、科学思维，这里的“性智”主要就是指文艺知识、艺术思维。因此，可以说科学与艺术共同构成“大成智慧学”[3]的重要内容。

科学与艺术这一对古老而又常新的范畴，不同时代、不同名家、不同专业的人有不同的理解。长久以来，我们习惯地认为科学主要指自然科学，科学研究的对象是整个自然界，科学的任务是揭示自然界的奥秘，科学追求的是“真”，科学知识应该能够正确反映客观事物的本质和规律，可以量化、经得起实践（实验）反复检验、具有普遍性，如数、理、化、天、地、生等各门科学。

我们也常常认为艺术要研究的对象是人，艺术的任务是揭示人类情感世界的奥秘，艺术追求的是“美”和“善”。艺术成果具有个性、特殊性，如音乐、美术、戏剧、舞蹈、雕塑、绘画、文学等等。

许多事实也说明，科学研究多用左脑，以逻辑（抽象）思维和生产实践、科学实验为主，而艺术创作多用右脑，以形象（直感）思维和艺术活动、社会实践为主。

总之，我们都不会否认科学和艺术各有其特点，似乎是一冷一热，一微观一宏观，它们之间的确有很大的区别。

然而，科学与艺术也是相互统一、相互促进的。古今中外许多著名的科学家、学者不仅热爱艺术，而且也是艺术家，许多艺术家在科学上也有很深刻的理解和成就。他们往往是集科学技术、艺术、哲学于一身的多才多艺的伟人，因而能够找到智慧之源泉，创新之大道，成功之奥秘，为人类的物质文

---

① 钱学敏：《钱学森的科学观与方法论初探》，《国防大学学报》，1996 年，第 2 期。

② 钱学森于 1993 年 7 月 8 日给钱学敏的信。

③ 钱学敏：《试论钱学森的“大成智慧”》，《首都师范大学学报》（2001 年第 3 期）。

明和精神文明做出重大的贡献。

20世纪中叶以来，由于高科技群体的飞速发展，特别是微电子信息技术革命带来的电子计算机、多媒体、灵境技术、信息网络等技术和设备的使用与普及，使得人们在信息获取、传输、存储、检索、处理，以至利用信息技术进行组织、协调、控制、决策等方面的速度和效率，都发生了神奇的变化。人们的思维空间、对世界认识的深度和广度大大拓展了，加之各门科学相互渗透与交叉，科学与艺术也逐渐更多地相互发现了对方的亮点，日益相连在一起。因此，科学与艺术这两个既有区别又有联系的范畴，也随着社会的发展，科学的进步，人类认识的深入，而有新的内涵和外延。

下面依照钱学森的大成智慧学、大科学观(现代科学技术体系观)，试从科学与艺术的共同发展、综合创新等方面，阐述钱学森关于科学与艺术的新思想、新见解。

9.7 科学与艺术相须而行共同发展

9.7.1 科学与艺术的共同根源

从我们日常生活中看来，科学与艺术似有天壤之别。那么科学与艺术作为一种文化和文明，最初在人类社会里是怎样产生的？它们同根同源吗？有这样一件事曾引起我的思考：

那是1994年秋天，当我协助钱学森把《科学的艺术与艺术的科学》一书编辑好以后，出版社在书的封皮上用汉语拼音给书名拼注上了，我觉得好像幼儿读物，建议用英文书名与中文书名对照，责任编辑立即问我："那英文书名是什么?"我事先没想过，便脱口而出："Scientific Art and Artistic Science."说完我俩都哈哈大笑起来，他问："行吗?"我说："不行，是瞎蒙的，等我请教一下钱学森再说!"

随后，蒋英老师知道了，她立刻打来电话告诉我：书名《科学的艺术与艺术的科学》用英文表述应该是：

"*The Fine Arts with Science and the Science of Fine Arts.*"

这本书的英文书名算是解决了，书很快出版了。但是蒋英老师为什么说艺术是"Fine Arts"而不用"Art"来表达呢？我错了吗？我查了手头几种



外文字典。发现“Art”确实不当艺术讲，只有“Fine Arts”才是美术（包括油画、素描）、建筑、雕塑、诗歌、音乐、舞蹈、戏剧等艺术的总称，后来把文学、小说等也包括在艺术之中了。在英文、法文字典中，“Art”至今仍作技术、技艺、人工等解释。而汉语的“艺”字原为“藝”，甲骨文中“藝”是人在种植的象形字，所以“艺术”早先解释为劳动技能、技术。而科学（Science）最初也是来自对劳动技能、技术经验的提炼。由此可见，科学（Science）与艺术（Art），在萌芽时期，都起源于人们的物质生产劳动，我们的祖先在与狂暴的自然力做斗争中，不仅积累了丰富的生产经验，发现了各种科学技术知识（Science），也创造出无数神奇美妙的（Fine）传说和技艺精品（Arts），这就是艺术（Fine Arts）。

古希腊神话中善良美丽的女神缪斯（Muses）是西方人树立起来的科学与艺术之神，后来在荷马史诗《奥德赛》中，又说他们共有 9 位女神，分别司理音乐、诗歌、绘画、历史、天文等，总称为缪斯，她是古老的科学与艺术统一的象征。

从中国古代第一部诗歌总集——《诗经》来看，它反映了自公元前 11 世纪至公元前 6 世纪（西周初叶至春秋中叶）大约 500 年的历史文化，共 305 篇诗歌，不仅有很高的文学艺术价值，传诵至今，如“关关雎鸠，在河之洲，窈窕淑女，君子好逑”等佳句；其中还酝酿着丰富的科学思想，涉及天文、气象、农业生产等知识，并闪烁着“有物有则”等理性之光。

再看，先秦古籍中的《山海经》，全书虽只有三万多字，却包含了我国古代地理、历史、博物、医药等多方面的科学技术知识，是我国中医、中药和水文、地理的先声。同时它又带着浓郁的神话色彩，如精卫填海、夸父逐日、鲧禹治水等，其独特的想象力和高扬人类与自然灾害顽强斗争的勇敢精神，至今仍具有深远的艺术魅力。

这些历史文物和历史文献清楚地表明，科学技术与文学艺术最初都起源于人类的社会物质生产劳动。他们“本是同根生”。

9.7.2 科学与艺术的共同对象

钱学森对科学与艺术研究对象的看法，与他的大科学观一脉相承。20 世纪是高新科技和文学艺术迅猛发展灿烂辉煌的世纪，各种交叉学科群起，

现代科学技术愈分愈细，然而又相互渗透、相互促进、日益综合。钱学森于20世纪80年代初就提出："现代科学技术不单是研究一个个的事物，一个个现象，而是研究这些事物、现象发展变化的过程，研究这些事物相互之间的关系。今天，现代科学技术已经发展成为一个很严密的综合起来的体系，这是现代科学技术的一个重要特点。"[①]当然，这是个活的体系，随着人类社会的发展、科学技术的进步这个体系的内容和结构也会有新的变化，新的补充。

从科学技术和文学艺术发展的这一现实出发，钱学森认为，"科学"范畴的内涵应扩展为，认识客观世界的学问，而改造客观世界的学问就是技术。各门科学的区分主要是从人们研究问题的着眼点或看问题的角度的不同，来加以区分的。各门科学所研究的对象其实都是统一的，即整个客观世界(包括自然界、人类社会、人和人化自然等)。所以，在现代科学技术体系中，不仅是自然科学，还应包括社会科学、思维科学、系统科学、军事科学、地理科学、人体科学、建筑科学、行为科学、数学科学和文艺理论等至少11大部门。

钱学森还说，科学就是追求真理。这也说明科学的任务不仅揭示自然界的奥秘，还要揭示人、人类社会、人的思维等的奥秘，寻求正确反映他们的本质及其发展变化的普遍规律。这当然不是凭空想象而来的，归根到底是从客观的事实、历史的经验教训、反复的实践(实验)检验中总结提炼出来的知识。它应具有真理性、普遍性。然而科学知识又总是在不断丰富、发展的，已知的只是一条小溪，未知的还是一片汪洋大海，从相对真理涌向绝对真理的波涛永远不会停息。

"艺术"从广义上来讲，也包括作为语言艺术的文学。文学艺术固然是以人和人类社会生活为主要研究对象的，但是任何人在这个世界上都不是孤立的，他总是与整个客观世界，整个社会发展变化息息相关的，每个人的思想观念都这样或那样地反映出他所处的社会关系、自然条件甚至当时的世界环境。文学艺术的任务就是要研究人与人、人与社会、人与自然相对相依、悲欢离合的实际生活，并以多姿多彩的方式，揭示社会内部错综复杂的

---

① 钱学森主编:《现代科学技术和科学政策》，中共中央党校出版社，1993年版，第80页。

矛盾和发展规律，揭示真善美与假恶丑既对立又统一的关系，由此展开跌宕起伏、荡气回肠的人类情感世界的多彩画卷。

《红楼梦》中各种人物能够被写得千姿百态，栩栩如生，感人至深，并成为封建社会的百科全书，这与作者曹雪芹的经历和社会关系分不开。从他的曾祖父起，三代世袭江宁织造，祖父的两个女儿被选作王妃，康熙六次南巡，有五次以他家为行宫，后因其父获罪落职，家产被抄没，一败涂地。如果他没有这样的亲身经历和客观环境，是写不出《红楼梦》的。

艺术源于生活，又高于生活。生活是极为复杂的，它与现实的自然、社会以至整个世界密切相关，一位艺术家要对人民有个正确的认识和引导，就必须对人民所生活的现实世界有所认识，而要认识现实世界就需要广博的知识，包括自然科学、社会科学、思维科学以及正确的哲学等。也还需要丰富的阅历和深入实际的调查研究、亲身体验。有了这样的科学素质，创造出的艺术品不仅具有鲜明的个性，而且有可能闪现出真理的普遍性。

可见，“艺术”与“科学”虽然研究的角度、着眼点以至表现方式有很大的区别，但是它们有着共同的研究对象，即包括自然界、人、人类社会和人的思维（人的精神世界）在内的整个世界。所以，从艺术与科学研究的对象来看，归根结底是统一的。这是科学与艺术有可能相互融通、相互促进、相须而行的共同基础。

钱学森正是根据这种大科学观，把“文艺理论”作为单独一个科学大部门列入现代科学技术体系之中，并把“美学”列为文学艺术通向马克思主义哲学（辩证唯物主义）的桥梁。文艺理论与各门科学技术是并列的，共同组成一个不可分割的动态网络体系，相互渗透、相互促进、不断发展。

9.7.3　科学与艺术的共同目的

科学家与艺术家对客观事物观察的视角不同，反映不同，工作方法和工作成果也不同。但是，科学技术和文艺理论作为认识世界和改造世界的学问，其目的都是为了给我们以科学的知识，使人们能够更深刻地认识现实世界各种复杂的事物，包括认识我们自己、人和人的精神等的本质和规律。同时，科学的观点、科学的精神和优秀的文学艺术作品还可以塑造人的思想、情操，培养人们具有高尚的品德和美好的心灵，以至影响人们的行为，更好

地适应环境、改造世界，实现人与自然的和谐发展，让世界更美好，人类更幸福。如同贝多芬在《欢乐颂》中所表达的理想："人类同享幸福与欢乐，在这美丽的大地上。"

当年诗人光未然带着小分队北上抗日，路经黄河险峡，为壶口瀑布巨大而狂暴的怒吼声震惊的时候，面对黄河的冲天骇浪，望着两岸船工拉着纤绳与浪涛拼死搏斗的动人场面，立刻写下了长诗《黄河吟》。随后，音乐家冼星海仅用了六天就给《黄河吟》谱了曲，成为反映民族精神的中华魂——《黄河大合唱》，不但有力地激励了抗日斗争的士气，也极大地振奋了我们中华民族的精神。半个世纪以来，《黄河大合唱》成为中华民族相互沟通、团结奋进的共同心声。这是从艺术人的角度来观察和创作所达到的目的。

从科技人的角度来观察与工作又如何呢？新中国成立之初，有一支年轻的水文地质队来到黄河壶口，也为黄河这咆哮不羁的惊涛骇浪震惊了，他们也注意到两岸人民贫穷痛苦的生活，便立刻奔到河边用双臂去承接这滔天的黄水。当他们发现这里的黄河水竟然可以使手臂粘上一层泥沙时，心情很沉重。因为这说明壶口奔流澎湃的黄水中，泥沙含量至少在 20% 以上，世界罕见，危害深重，必须尽快治理黄河。于是他们立刻进行总体规划，向国家建议有步骤地在西北保护森林，兴修水库，防止污染等等，以保持水土、保护生态环境，让母亲河源远流长，更好地养育世世代代的中华儿女。

由此可见，虽然科学人与艺术人观察问题和研究问题的角度不同，工作的方法和成果的表现形式不同，但是彼此研究和观察的对象是相同的，在这里都是黄河壶口瀑布，最终的目的和心愿也是相同的，都是为了使中国人民有幸福的生活、美满的家园。这也是科学与艺术有可能相互沟通的统一性。

9.7.4 科学与艺术的共同灵魂

艺术似乎与科学不同，艺术是通过生动具体的典型形象来反映现实，揭示客观世界的普遍真理。如我们常见的戏剧、文学、音乐、舞蹈、美术、电影、电视、雕塑、建筑等作品，都极具鲜明的个性和特色，能激动起人们内心深处的情感世界，给人以真善美的启发和教育。这其中饱含着艺术家个性化的特征、体验和创造，否则，一部接一部都是大同小异的戏，宫廷、武打、婚外恋，开头看着还新鲜，多了就腻了，作品难有永久的魅力和巨大的社会效益。



艺术贵在创新，要敢于从旧的文化传统中打开一个新世界，这种创新精神是艺术生命的灵魂。

其实，科学更需要创新，创新也是科学发展的灵魂。钱学森经常强调，搞科学技术的人，如果只是停留在前人或他人科研成果的基础上转来转去，没有新的发现、新的创造，不能适应科学和社会发展的需要，那就不算是做了科学研究工作。当然，科学工作要有新的发现和创新是很难的，有时会受到经费、实验条件、设备、体制等的限制，还有可能不断失败、犯错误、遭到来自各方面的打击、讥讽和压力，使你孤立无援，甚至危及生命。然而真理往往在少数人手里，错误是正确的先导，真正的科学家就是要勇于在实验、失败，再实验、再失败，再实验的斗争中探求真理。当然，也要防止偏见，"偏见令我们失去真理，我们要警惕啊！"①

钱学森就是一位勇于创新，从不墨守成规的大科学家。1999 年 6 月 7 日美国的《TIME》Johanna Mcgeary 撰文，以钱学森为例批判 Cox 的所谓中国人窃密的报告。该文虽有一些不实之词，但他认为 20 世纪"50 年代全球 20 个洲际弹道导弹系统的建立，包括现在那些北京还把目标对准着美国的，都是钱学森智慧的产物。"(Qian is the brains behind the 20-odd' 50s-era ICBMS, including those Beijing currently targets at the U. S.)

20 世纪末，中国大型《科学画报》(1999 年 7 月)刊载了对 20 世纪科学技术发展有重大影响的 20 位科技巨人②，其中有爱因斯坦、玻尔、居里夫人等，而第 18 位就是钱学森，是世界上唯一入选的中国人，被誉为"中国的航天之父"。我看了以后对钱学森说："其实，我看您不仅是中国的航天之父，您在应用力学、系统科学、思维科学、人体科学、军事科学、地理科学、建筑科学，以至大农业、大成智慧等广泛的科学技术领域里都有原创性的杰出贡献，影响着我国乃至世界现代科学技术的发展，可惜很多中国人和外国人还不知道，他们把您的成就写得太简单了。"钱学森谦虚地笑着说："你对我过奖了，我很不敢当。文字够了，每个人都写得不多，你看，日本人还没有呢！"

钱学森对创新是非常重视的，总是鼓励我们要敢于创新。

---

① 钱学森等著:《论系统工程》，1988 年 10 月修订本，第 259 页。

② 《中国科技画报》，中华人民共和国科学技术部编辑出版，1997(7)，第 8 页。

1995年新年，钱学森读了“毛泽东与科学”研讨会的文章以后，心情久久不能平静。文章里提到20世纪50年代毛主席曾在不同场合接见过钱学森(当时他只有45岁)，多次鼓励他要敢想、敢说、敢做、敢于创新，为中国的科学事业做出贡献。钱学森随即写信对我们说：当时，“毛主席要我们创新，我们做到了吗？回想在60年代，我国科学技术人员是按毛主席教导办的：

(1)我国理论物理学家提出基本粒子的‘层子’理论，它先于国外的‘夸克’理论。

(2)我国率先人工合成胰岛素。

(3)我国成功地实现氢弹引爆的独特技术。

(4)我国成功地解决了大推力液体燃料、氧化剂火箭发动机燃烧稳定问题。

(5)其他。

但是今天呢？我国科学技术人员有重要创新吗？诸位比我知道得更多。我认为我们太迷信洋人了，胆子太小了！

我们这个小集体如果不创新，我们将成为无能之辈！我们要敢干”！[①]

我想，钱学森这些话不仅是对我们这个小集体的鞭策与批评，也是这位老科学家对所有科技人和文艺人的激励和期望。因为创新是科学与艺术的共同灵魂，也是我们民族发展的灵魂。

总之，由于科学与艺术有共同的根源——社会物质生产劳动；有共同的对象——整个世界；有共同的目的——让世界更美好，人类更幸福；有共同的灵魂——追求真理，勇于创新。所以，科学与艺术从本质上来看，它们原本就是可以相互融通、相互促进、相须而行、共同发展的。

9.8 科学与艺术相辅相成、综合创新

9.8.1 艺术创新需要高新技术

科学技术的迅速发展，逐渐丰富和改变着文学艺术的表现方式和传播的载体，拓展文艺创新的广阔天地。例如，商周时期利用青铜铸造技术，创造出举世罕见的编钟，发展了美妙的东方音乐；而造纸和印刷技术的发明，

① 钱学森于1995年1月2日给王寿云等人的信。



使得祖国大量优秀的文学艺术精品诗、词、歌、赋等得以相摹相长，流传至今，再创辉煌。

近代物理学革命，电磁理论的建立，使得文学艺术有可能与电子技术相结合，创造出电影、电视、电子琴、录像带、录音伴唱（卡拉 OK）等新的文艺成果。

1985 年，当时国内录音机、录音带还是很新鲜的玩艺儿。钱学森曾问夫人蒋英（中央音乐学院声乐教授）："现代科学技术对你们的音乐有没有影响呀？"蒋英老师兴奋地说："当然有了，影响可大了。现在有录音带，音响技术等等，都是现代科学技术的产物。我们在年轻的时候，有许多解决不了的问题现在都很容易解决。过去，要研究一个音乐作品，先要找来它的乐谱；看了乐谱，还不知道它的音乐究竟怎么样，要琢磨好久好久。现在就很容易了，把它的谱子找来，再把录音带找来，一听就知道怎么回事了。所以，科学技术对于音乐的影响是不用说的。"[①]钱学森说："恐怕这种情况对于各门艺术来说都是存在的。"[②]

当前以微电子信息技术革命为先导的一大批高新技术群体飞速发展，使我们进入了信息社会，人们可以通过计算机和信息网络，走入一个丰富多彩的、亦真亦幻的艺术世界，汲取艺术精华，扩展认识空间，启迪艺术家的心智与灵感，从而有利于提高艺术家的创造性思维的能力，创造出崭新的艺术精品。

关于各种艺术创新的可能与方向，钱学森在《科学技术现代化一定要带动文学艺术现代化》[③]一文中，从扩音、录音技术与音乐艺术，新型建筑材料与建筑艺术，舞台新光源、舞台结构设计与戏剧艺术，到新的摄影技术、洗印、电脑制作、编排与电视、电影艺术等等各个方面，都设想了如何改进与创新的方法与方向。今天，钱学森的预言已经逐渐成为绚丽的现实。日前，故宫博物院开通"数字故宫"网站，利用电子信息技术让故宫走向世界，使人们坐在家里比亲临故宫现场获得的信息还要丰富、神奇，并给以美的享受。

由此可见，往往是科学技术的发展给文艺的表达提供了前所未有的可

---

① 钱学森：《科学的艺术与艺术的科学》，人民文学出版社，1994 年，第 126 页。

② 钱学森：《科学的艺术与艺术的科学》，人民文学出版社，1994 年，第 126 页。

③ 钱学森：《科学的艺术与艺术的科学》，人民文学出版社，1994 年，第 180 - 191 页。

能性。作为社会主义中国的文艺人，文艺理论工作者应该以锐敏的眼光，发现一切可以为文艺活动服务的高新技术，并研究如何利用它来发展社会主义中国的文艺，繁荣新中国的文艺。钱学森许多年前提出的这些设想和见解，至今仍富有前瞻性，颇具指导意义。这样的文艺就是钱学森所倡导的“科学的艺术”。

9.8.2 艺术创新要有科学的世界观

钱学森关于“科学的艺术”还有另一个方面的含义，那就是文艺创作必须立足于正确的世界观，即要以科学的世界观、人生观为指导，才能创造出优秀的艺术作品，也就是说好的艺术作品要能体现出深刻的哲理，这是文学艺术的最高台阶，最高境界。

钱学森认为，现代科学技术体系中的文艺理论，其层次划分与其他十个科学部门的划分略有不同，它的基础理论层次是文艺理论；它的应用技术层次是文艺创作；它通往马克思主义哲学的桥梁是美学；它的最高概括是科学的世界观——马克思主义哲学，同时，给“文艺活动”划出了广阔的空间。在这个体系的外围还有前科学的东西，如实践经验知识库、不成文的实际感受、灵感、潜意识和初步的哲学思考等等，也是艺术创造的源泉。

关于什么是“美”，钱学森认为美是主观实践与客观实际交互作用后的主客观的统一。这是比较抽象的、原则性的概说。因为个人的文化素质、生活经历和体验不同，对美的感受与欣赏的能力也不同。所以，不同人有不同的美感和审美观念，这是美的主观性。鲜花、鸟鸣本是很美的，但当“国破山河在，城春草木深”时，杜甫写下了“感时花溅泪，恨别鸟惊心”（春望）的诗句。

这一点我也有体会。我国有位著名肖像雕塑大师，前几年雕了一尊钱学森的头像。我走进他的工作室一看，觉得钱学森的形象和神态非常好，仔细端详以后，还有一种难以言表的睿智与崇高的美，真绝了！然而从整体上看，我又觉得很不舒服，于是便不假思索地向大师建议说：“您在他脖子下面再糊上点塑泥，显出肩膀和胸部是不是更美一些？只是个头像，好似从脖子上砍下来的，有点瘮人。”没想到，我这低俗的感受令大师十分恼火，他便也率直地说：“头像是一种艺术形式，这种形式最适合雕塑马克思、爱因斯坦、



钱学森这样伟大的思想家、科学家。如果你认为头像可怕，那么胸像如同从胸部砍下来，半身像如同从腰部横劈一刀，不也一样很可怕吗？”

我无言以对，便向蒋英老师诉说原委，并给她看了雕塑钱学森头像的照片。蒋英老师是在西欧成长起来的艺术家，见多识广，艺术造诣很深。她看了照片以后，很快就理解了，接受了。她拿出法国著名肖像雕塑大师罗丹(Rodin Auguste，1840—1917)塑造的少女头像《思》给我看，说明这的确是一种高度精炼的艺术形式，让我不要再坚持己见。后来，这位大师的《钱学森像》在庆祝建国50周年的美展上荣获了金奖。北京的报纸上还为他作了详细的报道。

那么，艺术品本身是否也可以划分为不同层次呢？也就是说美有没有客观性？美的品味有没有高低之分？我想有的仿佛可以区分，如音乐中有“阳春白雪”，也有“下里巴人”，当然这不是好与坏的区分，是普及与提高的区别。而有的艺术品离开审美的主观性，抽象地谈美的客观性，确实很难表述清楚艺术品味的高与低。要看对什么样的人来说，要考虑美的主观性。但是，美也不是没有客观性。九寨沟、武夷山、张家界、桂林山水人人都说它美，因为它有着客观世界固有的美，自然的美。如果美没有客观性，国际声乐、钢琴、提琴大奖赛也就评比不出获奖人了。帕瓦罗蒂等国际三大男高音歌唱家的涌现和被公认，也表明了这一点。

因此，美既有主观性又有客观性，要真正说清什么是“美”，不能单从主观上理解，也不能单从客观上评论，因为“美”是主观实践与客观实际交互作用后的主客观的统一。

钱学森和蒋英老师一直都非常喜欢那些表达哲理的、陈述文艺创作者的世界观、人生观的诗词、音乐、戏剧等文学艺术作品。他们认为这样的艺术比较高雅而深刻，常常给人以战胜困难的力量，争取胜利的信心，唤起人们对未来的美好憧憬，从而激发人的创造才能，应属于艺术的最高台阶。

音乐是一种能够表现人类内心最深处的本性的艺术。钱学森从年轻时代起就特别喜欢贝多芬创作的许多乐曲，认为他的乐曲辉煌雄伟、富于想象力，乐曲中用极为丰富而精炼的音乐语言展现出与黑暗势力和苦难命运顽强抗争的大无畏精神，如贝多芬的命运交响曲、英雄交响曲和第九交响曲等，特别震撼人心。它时常带给钱学森勇气和力量，鼓励他冲向科学技术的

高峰。而贝多芬晚年创作的弦乐四重奏，蕴涵着贝多芬把痛苦留给自己，把欢乐送给人间的高尚品德。特别是作品第132号第3乐章(慢板)，优美典雅，给人一种真挚亲切的静谧之感，和对世界上一切美好事物充满歌颂、爱慕与依恋之情，把人引向纯洁而崇高的神圣境界。它既富于哲理，又似乎有一种超然于哲理的更高的启示。这种意境也时常激起钱学森的情趣与共鸣。

蒋英老师非常喜欢莫扎特的作品，认为他的乐曲旋律活泼、欢快、优美，内涵丰富、深刻、健康。而莫扎特的性格和贝多芬相似，是一个有坚强意志、反抗精神和远大理想的人，他的作品《费加罗的婚礼》歌颂了第三等级人的智慧，嘲笑了达官贵人的愚蠢。

钱学森对我国传统的诗词、文学也有极大的兴趣。他曾说，我国唐代大诗人李白在他生命的最后一年，有一首长诗《下途归石门旧居》，里面有这样的句子："我离虽则岁物改，如今了然识所在。"意思是说他这一辈子，在那样一个社会里，虽然经历了不少世事变迁，晚年回到旧居以后，终于明白了自己的社会位置，但他以前没有识破，现在才识破了。这是他这个人一辈子认识的最后总结。那首长诗的最后几句是："倏然远与世事间，装鸾驾鹤又复远。何必长从七贵游？劳生徒聚万金产。挹君去，长相思，云游雨散从此辞。欲知怅别心易苦，向暮春风杨柳丝。"李白以此来寄托他的情感，表达了他的世界观、人生观，诗文富于哲理，也引起了钱学森的兴趣。

钱学森近80岁时，有一次我去看望他，他很有兴致地谈起，曾在云南昆明大观楼的柱子上看到一幅长达180字的楹联。上联90个字是描写昆明滇池及两岸的湖光山色的，下联90个字他竟脱口而出："数千年往事注到心头，把酒凌虚，叹滚滚英雄谁在。想汉习楼船，唐标铁柱，宋挥玉斧，元跨囊革，伟烈丰功，费尽移山心力。尽朱帘画栋，卷不及暮雨朝云，便断碣残碑，都付与苍烟落照。只落得几杵疏钟，半江渔火，两行秋雁，一枕清霜。"钱学森认为这副对联不是单纯地抒发情感，而是表达了一种人生观、世界观。虽然有些消极，不如李清照的《夏日绝句》"生当作人杰，死亦为鬼雄"豪迈，但是，它反映出封建社会里历代英雄、名士的处境，流露出澹泊名利的情思，也很深刻，应属于艺术的上品。

总之，今天的艺术创新并不是简单的花样翻新，而是要心怀祖国、面向



世界，以科学的世界观、人生观和美学为指导，利用人-机结合的信息网络技术，集古今中外艺术精品之大成，在此深厚的艺术基础上，推陈出新，从艺术的内容和形式上，达到更高的台阶、更高的境界，给人以深刻的启迪和教育。塑造人们美好的心灵和高尚的情操。

9.8.3　科学思维与艺术思维的特点

钱学森于20世纪80年代提出现代科学技术体系以后，又借鉴北大老哲学家熊十力教授把智慧分为“性智”、“量智”的观点，并对其加以唯物主义的解释与发挥。他认为，数学科学、自然科学、系统科学、军事科学等十大科学技术部门的知识是性智、量智的结合，主要表现为“量智”；而文艺创作、文艺理论、美学以及各种文艺实践活动，也是性智与量智的结合，但主要表现为“性智”；“性智”、“量智”是相通的。

“量智”是侧重对事物从微观到宏观、从局部到整体、从量变到质变的发展过程去探索其本质和规律的学问；“性智”是侧重对事物从宏观到微观，从整体的、形象的感受上，从事物的“质”上入手去探索其本质和规律的学问。钱学森十分重视人们“性智”的培养。

钱学森说：“……②事物的理解可分为‘量’与‘质’两个方面。但‘量’与‘质’又是辩证统一的，有从‘量’到‘质’的变化和‘质’也影响‘量’的变化。我们对事物的认识，最后目标是对其整体及内涵都充分理解。‘量智’主要是科学技术，是说科学技术总是从局部到整体，从研究量变到质变，‘量’非常重要。当然科学技术也重视由量变所引起的质变，所以科学技术也有‘性智’，也很重要。大科学家就尤其要有‘性智’。

③‘性智’是从整体感受入手去理解事物，中国古代学者就如此。所以是从整体，从‘质’入手去认识世界的。中医理论就如此，从‘望、闻、问、切’到‘辨证施治’；但最后也有‘量’，用药都定量的嘛。”①

钱学森认为，人既要有“性智”，也要有“量智”，这就是大成智慧。后来我把他的这一重要思想写入到《钱学森的艺术情趣》一文中，1995年11月27日发表在《人民日报》（海外版）上，随即在12月3日的新加坡《联合早

---

① 钱学森于1993年7月18日给钱学敏的信。

报》上转载了。有位老华侨、诗人、书法家潘受看到以后十分兴奋，他立即写了长诗赞扬钱学森对“两弹一星”的贡献，并为祖国的强大而备感骄傲。与此同时，他还注意到钱学森的大成智慧学思想。潘先生很快就理解到若想获得聪明才智与创新能力成为大成智慧者，就要既掌握“量智”又掌握“性智”，也就是既遵“天道”又通“人道”。于是老人家立刻挥毫为钱学森书写了一副楹联，字体遒劲有力，很有功底。上联是：“量性双悟智”，下联是“天人一贯才”。80 多岁的潘老先生仅用十个大字就把钱学森的“大成智慧学”这头巨龙的眼睛给点画出来了，真是神来之笔。

在这十个大字的两边，还有一篇动情的诗文，抄录如下：

学森先生称：科技为量智，文艺为性智。前者逻辑思维，后者形象思维。一客观，一主观，一冷一热，交流合冶，探微发秘，灵境神游。于是宇宙间万事万物之理，可化隔为不隔，化不通为通，从而奇光异彩，随之出现。综先生指归，其寤寐求之之道，曰：“大成智慧学”，是亦古人学究天人之意也。量智，天学也；性智，人学也。然自古及今，鲜有学究天人足以媲美先生者。中国今日有火箭，有导弹，有人造卫星，且视二三先进国为进步。中国今日转弱为强，具足威仪，无犯人之心，而有凛然不可犯之色。凡此，非多得力于先生之研究成果而何？五年后二十一世纪来临，先生预言人类即将生活在各种高科技飞速发展之信息时代，亦即以信息技术革命为龙头之第五次产业革命。吾知先生必更大显神通，别是一番身手。漪欤，伟哉！如先生者，吾安得不讴歌赞叹而顶礼之？东坡云：渺渺兮余怀，望美人兮天一方。太白云：生不愿封万户侯，但愿一识韩荆州。东坡之怀，太白之愿，吾于先生皆倍之，因缀五言二句，书为楹帖，奉博先生洎夫人一粲，尚乞不吝赐教，亦冀幸真有瞻风采，偿夙愿之一日耳。

乙亥冬新加坡联合早报转载钱学敏作《钱学森的艺术情趣》一文读后。

看云野叟　潘受

为什么“量性双悟智”，就能具有创新的能力成为“天人一贯才”呢？从思维方式来看，“量智”的思维方式是逻辑思维与形象思维的结合，侧重于逻辑思维方式，大多用于科学研究与实验，所以也叫做科学思维方式。“性智”的思维方式固然也是逻辑思维与形象思维相结合，但侧重于形象思维方式，



大多用于艺术创造与艺术活动，所以也叫做艺术思维方式。

(1)科学思维或称逻辑思维方式主要是通过运用概念进行判断、推理等抽象的思维形式，能动地反映现实的认识过程。因此，逻辑思维可以用语言、符号、数字为工具，比较准确地表达出来，思维运行的轨迹基本上是串行的，范围主要是局部的、微观的。逻辑(抽象)思维过程也不是很简单的，面对那些极其复杂的事物(开放的复杂巨系统)要进行逻辑(抽象)思维或说运用科学思维，就需要在反复观察与实践的基础上，弄清是非得失和主次之要，去粗取精、去伪存真、由此及彼、由表及里，用分析综合、归纳演绎等思维加工制作。在这个过程中，要撇开事物的具体形象和个别属性，努力揭示出事物的本质特征和规律，形成新的认识、新的理念。这样一种辩证的思维过程，虽然是曲折的、复杂的、螺旋式上升的，但从总体的趋势来看，仍如钱学森所说："抽象逻辑思维是一步步推下去的，是线型的，或者又分叉，是枝杈型的"①。在思维过程中可能需要更多地运用辩证逻辑、数理逻辑，而不仅仅是形式逻辑。这是它的特点。

逻辑思维的结果一般都是完全确定的、唯一的、可以表达的。因而对这类信息的加工处理，可以尽量用电子计算机来代替，也就是说科学思维基本上可以用电脑帮助解决。但是，目前计算机的功能是有限的，单纯用逻辑(抽象)思维，或称科学思维，单纯靠计算机处理，没有人的形象(直感)思维，或称艺术思维，是不能创新科学技术的。

(2)艺术思维或称形象思维方式至今还很难说清楚。钱学森曾把直感归为形象思维之中，并把灵感(顿悟)思维作为形象思维的特例。关于形象思维的特点，很早以前钱学森曾这样猜想过："形象思维常常连一点来龙去脉都搞不清楚。所以我似乎觉得它是不是平面形的、二维的，而不是一维的?"②

20多年前，钱学森对形象思维及其与创造思维的过程，还有这样一段描述：

"形象直感思维跟抽象的逻辑思维不一样的地方是网络性的、并联处理

① 钱学森:《科学的艺术与艺术的科学》，人民文学出版社，1994年，第53页。

② 钱学森:《科学的艺术与艺术的科学》，人民文学出版社，1994年，第53页。

的；而且这里面有一种模糊性在里头，人的形象（直感）思维都是从许多方面同时进行，开始的时候是很模糊的，所谓得到结果就是在这个网络里头的某一个部分忽然出现一个很清晰的形象，好，这个问题就解决了，那么人的创造过程也就是这么一个过程。”[①]当然，形象思维和灵感思维的成果还需要迅速用逻辑规律去进一步证明，用科学实验、社会实践去检验。

我理解所谓形象思维和灵感思维这种艺术家常用的思维方式，不完全是单纯地对事物表面现象进行“模式识别”，或形体、外表的直观（直觉），而是还蕴含着对所观察事物的整体的、宏观的、性质方面的思考，以至对事物的本质和规律性的想象和猜测，其间有时还可能融入了情感的、心理的因素。因而，往往是朦胧的、凝练的、复杂的、多途径、非线性的，有时是瞬时即逝的。

1955 年 10 月力学家朱兆祥教授（当时 34 岁），受命第一个到深圳迎接钱学森一家人回归祖国，并协助钱学森创建中科院力学所等工作，彼此结为知己。1957 年朱先生蒙受不白之冤，被“调”到外地，自此命途多舛，虽在教育和爆炸力学等方面做出重要贡献，但再未能与钱学森共事和见面，只把深深的友情和怀念埋藏心底。2001 年春天，忽然接到 90 岁的钱学森祝贺他 80 岁寿辰的亲笔信，顿时百感交集，多少话不知从何说起……我想这种“百感交集”的思维方式不仅仅是对钱学森形象的“模式识别”，还有一种模糊的、复杂的、动情的思考，这似应属于形象思维或称艺术思维的范畴。

艺术思维（形象思维）还有一个非常重要的特点，就是思路灵活、多向搜索、联想、猜测，进行大跨度的思考、远缘“杂交”。也就是说艺术家或科学家对周围事物进行敏锐而详尽的洞察之后，运用丰富的想象力去捕捉复杂事物的本质和整体，从宏观的“形象”上一下子抓住事物发展变化的机理和精髓。爱因斯坦曾说：“想象力比知识更重要，因为知识是有限的，而想象力概括着世界上的一切，推动着进步，并且是知识化的源泉。”[②]

从爱因斯坦的质能关系式 $E=mc^2$，到设计出原子弹和原子能发电站；从二进位制的数字变化规则，到设计出今天的电子计算机；从建筑科学到建

① 钱学森：《专家系统与思维科学》，《人体科学与当代科学技术发展纵横观》，人民出版社，1996 年，第 383 页。

② 《爱因斯坦文集》，第 1 卷，商务印书馆，1977，第 284 页。



成山水城市等等，都是既有科学思维（逻辑思维）又充分发挥了艺术思维（形象思维）的想象力。

有一次，钱学森一边抚摸着他那宽大的前额，一边慢慢地对我说："西汉的司马迁撰写《史记》时，其实那些过去的历史，他并没有亲自经历过，但却写得那么有声有色，简直是一段历史一部戏。由此，你可看到太史公有多么丰富的想象力！"当时，钱学森明亮的眼睛里闪动着喜悦而钦佩的目光。他是那么赞赏神奇的想象力，这给我留下深刻的印象。

钱学森还对我说："从事物整体关系的'形象'上抓事物的机理，这是科学研究中创新的老道理，英文称'heuristic reasoning'；以别于逻辑推理。至于灵感，英文称'inspiration'；书中实例更多了。您一定也早就接触过。我们现在是说：这些实质上都是触类旁通，跨度越大，创新程度也越大。而这里的障碍是人们习惯中的部门分割、分隔，打不通。而大成智慧学却教我们总揽全局，洞察关系，所以促使我们突破障碍，从而做到大跨度的触类旁通，完成创新。"①

钱学森认为，研究形象思维非常重要，它是研究思维科学的突破口，因为一旦把形象思维搞清楚了，前科学的那一大部分，别人很难学到的那些"只可意会、不可言传"的知识、经验、感受等，都可以挖掘出来了，这将把我们的智力开发大大地向前推进一步。同时，真正的形象思维应该是唯物辩证的思维，只有逻辑思维和形象思维结合得好，才能形成创造性思维。创造性思维是智慧的泉源。

（3）至于灵感思维这种艺术家常用的艺术思维方式，其突现好像颇具偶然性、经验性，"得来全不费功夫"，只要"跟着感受走，让梦牵着手"就行了。事实不然，需要的倒是积累广博的知识、丰富的经验，深稽博考、反复实践，经历"衣带渐宽终不悔"、"踏破铁鞋无觅处"之后，才有可能与灵感小姐不期邂逅。

钱学森说："灵感思维是人们在生活中真有的，我自己就有过多次，解决了研究中遇到的难题。这都是在半梦半醒时发生的。现在我想：这是在正常清醒情况下，头脑中框框太多，阻碍大跨度的思维，所以要在半梦半醒中

---

① 钱学森于1994年2月13日给钱学敏的信。

突破障碍,见到事理。但有一点必须明确:即灵感思维也是以人头脑中沉积的知识为基础的,如果没有人类的实践认识(自己的、他人告知的、书本上学得的),灵感思维也不能自天而降。"[①]

钱学森特别强调:人的认识只能源于实践,自己的实践,或他人的实践而把其认知转告于我,或古人的实践通过书籍文字转告于我。不依靠实践,空想是得不到知识的。他主张对灵感思维的研究也应坚持辩证唯物主义的认识论。

灵感思维与潜意识甚至梦境有关,对于灵感(顿悟)产生机制的研究,钱学森给我们指出了基本方向,这很重要。但还需要思维科学与人体科学的脑科学、心理学、生理学等多学科结合起来进一步综合考察,这是一个很难的课题。

9.8.4 科学与艺术日趋融合相得益彰

其实,从思维活动来看,任何一位有文化素养的人,当他进行科学研究、科学实验或文艺创作、文艺活动时,都不可能单纯运用科学思维(逻辑思维)或单纯运用艺术思维(形象思维)去思考、去工作;而往往是把科学与艺术两种思维方式交织在一起使用,只不过在思考和工作的不同阶段、不同角度、不同层次上有所侧重罢了。目前,科学与艺术日趋融合,两种知识(量智与性智)、两种思维方式(科学思维与艺术思维),必须自觉地结合起来、相互促进,才能创新,否则将一事无成。

关于科学思维(逻辑思维)与艺术思维(形象思维)不可分离,及其在科学与艺术创作过程中的作用,钱学森有如下精辟分析:

"从思维科学角度看,科学工作总是从一个猜想开始的,然后才是科学论证;换言之,科学工作是源于形象思维,终于逻辑思维。形象思维是源于艺术,所以科学工作是先艺术,后才是科学。相反,艺术工作必须对事物有个科学的认识,然后才是艺术创作。在过去,人们总是只看到后一半,所以把科学和艺术分了家,而其实是分不了家的;科学需要艺术,艺术也需要科学。两者要结合的道理在传统的手工艺品制作,现在的所谓'工业设计',即

① 钱学森于1994年2月13日给吴远的信。



产品的造型美术设计，是最清楚不过的了。”[①]

这里强调科学与艺术的结合，实际也是强调运用整体观和系统观，在处理各种复杂事物和人的问题时，既要弄清其微观的、细节的、量的准确变化，掌握好“度”，又要注意从宏观上、整体上，系统地把握其各层次、各因素、各方面质的变化与飞跃。不只搞还原论、“死心眼儿”，也不空谈整体论、浮于幻想，而是把微观与宏观、还原论与整体论、理论与实践、部分与总体有机地结合起来，从整体上观察和解决问题。

钱学森和蒋英教授的结合可以说是科学与艺术的天作之合，他们在科学与艺术两大领域里，并不是“隔江相望”，他们始终是互相鼓励，互相促进，永远相依，堪称典范。钱学森在回首往事时，常常提起和夫人蒋英共同度过的幸福而美好的生活，感谢她动人的歌声、她对音乐的深刻理解、她的艺术思维方式和浓厚的艺术气质，给了他在科学技术上的启迪与帮助。生动地说明了艺术对科技创新的作用。

1999 年 7 月 10 日，为了祝贺蒋英教授执教 40 周年，中央音乐学院专门召开了《科学与艺术》学术研讨会。在这次会上，蒋英老师的学生吴雁泽等热情赞扬了蒋老师把一切都无私地奉献给了音乐艺术事业的崇高品德，也赞扬她的艺术造诣很高，歌唱艺术的功底很深，具有广博的中外艺术与科学知识，并自觉地把艺术与科学结合起来，相辅相成，因而教学计划和教学方法特别科学，教学效果非常好。她为祖国培养出许多优秀的歌唱家：如傅海静、祝爱兰、姜咏、赵登营、多吉次仁（藏族）、赵登峰等等，在国际声乐大赛中频频获奖，为祖国争得很高的荣誉。

也正是在这次大会上钱学森不仅为蒋英送了大花篮，而且有一个书面发言，让女儿永真在会上代为宣读，略表心意。

钱学森说：“我和蒋英结婚已 52 年了，这真是不平静的 52 年！在美国那段时间的风风雨雨不说，单就新中国的成立，抗美援朝，国内建设几个五年计划，中国研制“两弹一星”的成功，“文化大革命”，改革开放等等而言，在中国共产党和党的三代领导人的领导之下，新中国的面貌真是发生了翻天覆地的变化，令人感叹奋发！而在这段时间里，蒋英和我则在完全不同的领

---

① 钱学森于 1995 年 11 月 5 日给刘为民的信。

域工作：蒋英在声乐表演及教学领域耕耘，而我则在火箭卫星的研制发射方面工作——她在艺术，我在科技。但我在这里特别要向同志们说明：蒋英对我的工作有很大的帮助和启示，这实际上是文艺对科学思维的启示和开拓！在我对一件工作遇到困难而百思不得其解的时候，往往是蒋英的歌声使我豁然开朗，得到启示。这就是艺术对科技的促进作用。至于反过来，科技对艺术的促进作用，那是明显的——如电影、电视等。

总之，在纪念蒋英教授执教 40 周年之际，我钱学森要强调的一点，就是文艺与科技的相互作用。”

钱学森的兴趣很广泛，他不仅从事科学技术工作，参与组织领导研制、发射“两弹一星”，被誉为“中国的航天之父”，在许多科学技术部门里做出了开创性的独特贡献，拥有一个广阔无垠的科学世界，而且对文学艺术也有浓厚的兴趣，文艺理论、音乐、诗歌、绘画、书法、建筑、园林、工艺美术等等，他都深深地热爱着，用心体味着，并有许多独到的见解，拥有一个多姿多彩的艺术世界。

钱学森很喜欢绘画，水彩画也画得相当出色。他喜欢音乐，会拉小提琴、会吹中音号，音色沉静、柔美。无论是年轻时在美国的“火箭小组”和同伴在一起，还是以后和夫人蒋英在一起，他们的业余生活总是充满了艺术情趣，读古诗、听音乐、看书画展、游览名胜古迹、到海滨、放情于美丽的大自然。

钱学森有时候也唱歌。蒋英教授是我国杰出的声乐教育家，退休以后十几年来，每天上午义务为准备参加国际大奖赛的歌唱家和慕名而来的求教者上课。有一天午饭后，从楼上传来一曲西洋歌剧选段，歌声是那么高亢、圆润、抒情，且似有一种特别淳美动人的“水音”。工作人员寻思，上午来上课的那位著名男高音已经走了，什么时候又“闯”进来了一位男高音？便立刻上楼查看，不承想，迎面碰见 80 多岁的钱学森正在笑眯眯地舒展歌喉。

钱学森的艺术修养很深，只是由于祖国国防建设的需要，他没有更多的精力专门从事这方面的工作，但是他认为科学与艺术应该相互促进、涌现智慧、综合创新。他回顾自己 70 多年来学习与工作的历程就是以科学的哲学为指导，把理、工、文、艺结合起来走向大成智慧的过程。

1994 年 2 月钱学森在给我的一封信里是这样写的：



“您是要写那篇大成智慧学的宏文，我现在为此提供点素材，供您采用。

第一，讲讲我个人学习的过程。在 20 年代，我在北京师范大学附属中学上学，高中在理科，称二部（一部为文科）。当时学的是理、工结合的。一般数理化课之外，还有伦理学，也学过非欧几里得几何学。也学过工业化学。

30 年代初入交通大学学机械工程（铁道门），基本上是工程课。但教电机工程的钟兆琳教授和教热力学的陈石英教授都非常重视理论根底。

30 年代中期到美国 MIT 及 CIT 学习；MIT 重在工；而 CIT 则强调理、工结合。我在 CIT 选修了不少理科课程，如微分几何、复变函数论、量子力学、广义相对论、统计力学等。博士论文也是用数理理论解决工程技术问题。后来十几年在 MIT 及 CIT 教学做研究，从薄壳理论、气功力学、火箭技术、到工程控制论、物理力学等，也都是理、工结合，用‘理’去解决‘工’中出现的新问题。

50 年代中叶回归祖国，也是搞理、工结合的国防尖端技术，共 20 多年。

‘文化大革命’使我觉悟。感到只是理与工是不够的，不懂得社会科学不行，所以开始下功夫学社会科学，也涉及哲学。当然这时早已懂得只有马克思列宁主义毛泽东思想才是真理。

终于在 80 年代中叶，认识到：要建立以马克思主义哲学为最高概括的科学技术体系。

第二，讲讲我个人在研究问题中的创新过程。在 30 年代中期到 40 年代初，当我碰到疑难问题时，苦思不得其解，总是形象（直感）思维，甚至是灵感（顿悟）思维解决问题。这是说我头脑中框框太多，不能从理论上触类旁通，得靠形象，甚至靠梦境。这种困境，后来逐渐缓解，不用做梦了，推敲一阵子就能看出问题所在。

但真正做到触类旁通是在懂得了科学技术以及知识体系之后。

第三，因此马克思主义哲学居于科学技术以及知识体系之首，才是触类旁通的钥匙。创造力来源于马克思主义哲学，而用这个观点看科学技术以及知识体系，就是大成智慧学。

……

第四，认知过程是无穷的，知识是无穷的。过程・历史・发展・前进，

永无止境。我们现在知道的只是一小块，我们不知道的才是大海！

第五，既然马克思主义哲学是智慧的泉源；在一切阶级社会中，由于阶级斗争的影响，教育也有阶级性，所以不可能用大成智慧学来办教育。这是阶级社会的局限性！同时，这又是我们社会主义中国的优越性，我们可以自豪！

……

第六，我用了70年的学习才悟到以上道理，太长了！能不能用不到20年就学到？可以的。用人-机结合，用信息技术，用信息网络。第五次产业革命呵！”

由此，他希望领导干部、科技帅才和年轻一代都要自觉地掌握马克思主义哲学，把理、工、文、艺结合起来，并广泛利用微电子信息技术、电子计算机、灵境技术、信息网络等，集古今中外知识、经验、信息、智慧之大成，群策群力，集思广益，成为有益于人民的、勇于创新的大成智慧者。

所以帅才，就不只是一个方面的专家，他要全面指挥，就必须有广博的知识（哲学、科学技术、文艺）而且要能敏锐地看到未来的发展，有开拓创新精神。关于怎样培养帅才，钱学森于1991年末具体提出了五点建议：

（1）要学习马列主义毛泽东思想，因为马克思主义哲学是人类智慧的结晶。

（2）要了解整个科学技术，即要掌握现代科学技术体系中各大科学技术部门的发展情况，和世界科学技术发展的新动态，了解科学技术整体发展情况。

（3）要学习世界知识，如海湾战争，南斯拉夫内战等，要了解它的起因、历史，等等，这样才能迎接世界的挑战。

（4）要学习军事科学知识，也包括组织管理方面的知识和才能。

（5）学点文学艺术，它可以培养一个人从另一角度看问题，避免“死心眼”和机械唯物论。老一代革命家文艺修养都比较高，是我们的榜样。

当然，帅才还要身体健康[①]。

---

① 钱学森：《我们要用现代科学技术建设有中国特色的社会主义》（1991年11月5日），《九十年代科技发展与中国现代化系列讲座》，湖南科技出版社，1991年，第23页。

本文部分内容曾发表于：

许国志主编:《系统研究》浙江教育出版社 1996 年 11 月

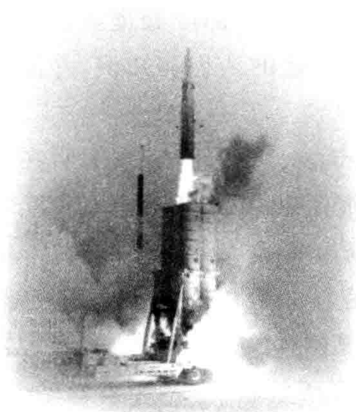
《中国文化报》1996 年 9 月 4 日并荣获《中国文化报》1996 年度理论类作品一等奖

《中国大学人文启思录》(第 2 卷)华中理工大学出版社 1998 年版

《人民日报》1996 年 11 月 6 日(摘登)

《中国工程科学》2001 年第 3 卷第 11 期

《钱学森与现代科学技术》人民出版社 2001 年 12 月版



第 10 章 钱学森论思维科学

钱学森认为思维科学是现代科学技术体系中一个重要的科学技术部门，并设想了思维科学的体系结构与发展趋势。他的许多有关论述新鲜、超前、有创建，极具科学性与实践性。

钱学森于 20 世纪 80 年代初指出："推动思维科学研究的是计算机技术革命的需要"。过去，哲学家对于人们的思维活动，往往从主客观相互关系的角度去研究，仅仅从辩证法、认识论、逻辑学的范畴中去理解，因此比较抽象和思辨。当今，以微电子信息技术为先导、以计算机和信息网络发展为核心的信息革命浪潮汹涌而至，高科技产业和知识经济迅速崛起，并渗透到社会生活的各个领域，迫使人们尽快改变思维方式，努力提高智能，以适应工作和劳动生产的需要。而信息革命与前几次产业革命的一个不同之处，就在于它特别有利于直接提高人的智能。这是开展思维科学研究的时代要求和有利条件。

10.1 思维科学的研究对象与任务

10.1.1 什么是思维科学？

钱学森 1987 年在北京思维科学研讨会第一次会议上发言时说："思维科学就是人的思维科学，翻译成英语叫 noetic science。"[①]"noetic"原义多指

① 钱学森：《思维科学》，《现代化》，1987(5)。

理性的、智力的或思维的活动。钱学森提出"noetic science"作为一门研究人的思维规律的科学，着重揭示人脑通过思维活动，怎样加工处理从客观世界和人类知识宝库中获得的各种信息，从而得到正确的认识和知识，并能进行创造性的思维。

在当代，思维科学应着重研究信息空间(Cyberspace)，探索并阐明在有电子计算机和互联网络的信息空间里，人的思维活动如何与计算机和互联网络提供的信息相配合、相促进，找出新创意、新决策。或者说，思维科学应着重探索并揭示，在人-机结合以人为主加工信息的智能系统和信息空间里，人们应该掌握怎样的思维方式和思维发展规律，才能更好、更快地集智慧之大成，提高智能，获得大成智慧，有所发现、有所创新。

10.1.2 思维科学与人体科学的关系

思维科学与人体科学密切相关又有区别。思维是大脑的一种功能，思维也是大脑运动过程的产物，所以，思维与大脑不可分割。但思维科学并不是研究大脑的生理活动的，这部分内容属于人体科学研究的对象，人体科学是从脑科学、精神学、心理生理学、人-机功效学、医疗卫生、人体与生态环境等角度去研究人体的结构和功能态如何承受客观世界的影响和作用，侧重探索和阐释人体和人脑如何能及时正确地获得各种信息。研究人体科学的目的在于揭示人体这个开放复杂巨系统的奥秘，提高人们的健康水平，充分发挥人体潜在的体能和智能。人体科学的研究角度与思维科学不同，但其成果有利于思维科学和医学的发展。

10.1.3 思维科学与认知科学的关系

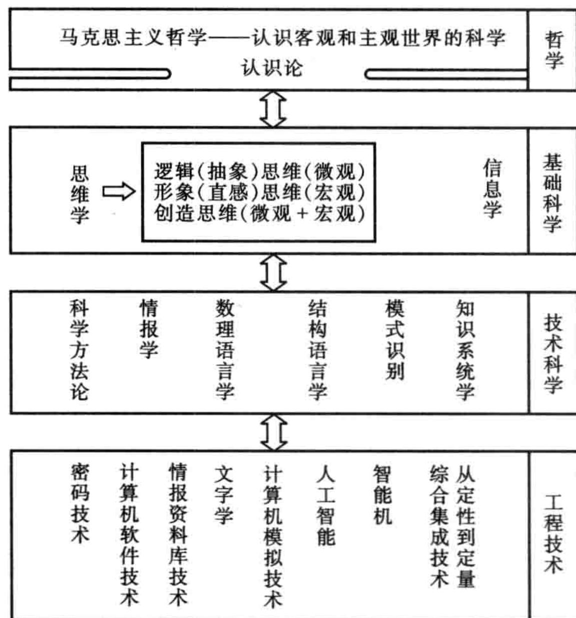
思维科学与认知科学有相似之处，也有区别。西方认知科学发展的现状与贡献，已有不少介绍。仅从认知心理学来看，1983 年曾为北京大学客座教授的美国的司马贺曾通过研究人类认识事物的过程和计算机模拟思维，促进了人工智能和认知心理学的发展。中国科学院也有些专家在研究认知心理学。由此可见，今天的认知科学研究的对象既与人的感觉、神经和脑的活动有关，又同人与自然和社会的信息交流有关，因而会有许多值得借鉴的成果。钱学森曾指出："我从前也说过，思维科学的一个别名是认知科

学(cognitive science);现在已经过十年,看来可以说,认知科学是不主动使用马克思主义哲学(辩证唯物主义)为指导的思维科学。我们对认知科学的研究成果要注意,吸取其有用部分,但不盲从。”[①]

10.2 思维科学的体系结构

思维科学也像现代科学技术体系中其他科学技术部门一样,分为基础科学、技术科学、工程技术三个层次,参见下图。

思维科学体系结构示意图



10.2.1 思维科学的基础科学层次

按照钱学森的观点,思维科学的基础科学层次主要包括思维学和信息学两大部分。思维学中主要有逻辑思维、形象思维、创造思维等三个重要内容。

---

① 1996年3月钱学森给我们的一次谈话。



(1)逻辑思维。有时亦称抽象思维,已有2000多年的研究历史,比较有基础。逻辑思维主要通过概念、判断、推理等思维形式,能动地反映现实的认识过程。在这个过程中要进行科学的抽象,要经过去粗取精、去伪存真、由此及彼、由表及里、分析综合、归纳演绎等思维加工制作,撇开事物的具体形象和个别属性,揭示出事物的本质特征,形成新的认识、新的概念;再运用新的认识、新的概念继续进行判断和推理,由此达到概括地、间接地反映现实事物和各种关系,形成对现实的更高一级的理性认识。一般来说,这种认识过程虽是螺旋式上升的趋势,但仍属线型的或枝杈型的。当然,我们所研究的逻辑思维过程,是以客观世界为基础的,离不开反复不断的社会实践、科学实验,是唯物辩证的逻辑思维过程,不是黑格尔的纯思辨式的,也不是康德的先验式的。

在研究逻辑思维的科学中,除了形式逻辑,辩证逻辑,还有数理逻辑。数理逻辑(Mathematical Logic)是用数学方法去研究思维形式的结构及其规律的科学,亦称符号逻辑。数理逻辑与演绎逻辑和形式逻辑密切相关。但由于它起源于对数学推理方式的分析,并且越来越多地使用数学方法,也可把它视为数学中的一个分支。在数理逻辑的边缘,日益发展起一个以计算机为中心,特别是进行有关程序语言以及理论的可行的可计算性研究领域。钱学森比较注重的是把唯物辩证法运用于数理逻辑,或者说,他希望辩证逻辑和数理逻辑能够结合起来,形成一门"数理辩证逻辑"。数理辩证逻辑对于人-机结合进行正确有效的思维活动可能会有重要作用。

(2)形象思维。钱学森所谓的形象思维又称直感思维,并把灵感(顿悟)思维作为形象(直感)思维的特例。形象思维与逻辑思维的区别在于,形象思维是一种复杂的、多途径、多回路、非线性的思维方式。如果说逻辑思维侧重微观法,主要是获得"量智"的科学思维方式,那么,形象思维则侧重宏观法,主要是获得"性智"的艺术思维方式。

形象思维和灵感思维并不是单纯对事物表面进行生动的直观(直感),而是努力寻求所观察事物的整体性、规律性的一种猜测与思考。形象思维(包括灵感思维)的形成好像具有一些经验性、偶然性的因素,但又不是随心所欲,信手拈来的。有时要运用"泛化"思维,即大跨度的跳跃。只有通过反复实践与思索,具备丰富的经验和广博的科学技术知识,才有可能透过复杂现

象和迷雾，从不同视角、不同层次、不同途径，整体地、宏观地去把握事物的本质和规律。钱学森曾指出，“形象直感思维跟抽象的逻辑思维不一样的地方是网络性的、并联处理的；而且这里面有一种模糊性在里头，人的形象（直感）思维都是从许多方面同时进行，开始的时候是很模糊的，所谓得到结果就是在这个网络里头的某一个部分忽然出现一个很清晰的形象，好，这个问题就解决了，那么人的创造过程也就是这么一个过程”[①]。当然，形象思维和灵感思维的成果还需迅速用逻辑规律去进一步证明，用科学实验、社会实践去检验。所以，形象思维非常重要，它是研究思维科学的突破口，因为它一旦搞清楚了，前科学的那一部分，别人很难学到的那些形成科学以前的知识、经验、感受等，都可以挖掘出来了，这将把我们的智力开发大大地向前推进一步[②]。

（3）创造思维。创新，是科学发展的灵魂。创新，是时代对中国人民的强烈呼唤。如何在我们这个科学技术和经济发展还相当落后的国度里，广泛而快速地提高人民的智力和知识水平，是钱学森 20 多年来锲而不舍地竭力探索的核心问题。这也就是如何教育人民掌握创造性思维、掌握大成智慧的问题。

创造思维的目的是获得新的观念、新的智慧。钱学森认为，如果说逻辑思维是微观法，形象思维是宏观法，那么创造思维就是微观与宏观相结合。也可以说，逻辑思维和形象思维都是为了实现创造思维而思维的，就此而言，逻辑思维和形象思维都是手段。创造思维才是涌出智慧的源泉。目前来看，逻辑思维的任务基本上可以交给计算机（智能机）去干，而形象思维的计算机化才开始，现在主要靠人，至于创造思维，现在只能靠人了。当然人在进行创造性思维的时候，离不开计算机和信息网络。

创造性思维可以说是各种思维方式中最高的思维方式，是人类思维中最亮丽的花朵、最理想的成果。但是，真正达到创造思维，获得创造的灵感，不是一蹴而就的，也没有什么捷径和窍门。需要的是一分天才，九分汗水；需要的是充分发挥人的主观能动性，走人-机结合“集大成，得智慧”的道路。

首先，要有一种勇于创新的精神和热爱科学与真理的激情。实事求是，

---

① 钱学森：《专家系统与思维科学》，《人体科学与当代科技发展纵横观》，第 383 页，北京：人民出版社，1996。

② 钱学森：《开展思维科学的研究》，《大自然探索》，1985 年，第 2 期。



不畏艰险，敢于坚持真理、追求真理、为真理而斗争。

第二，要有一个科学的宇宙观、人生观，必须掌握研究科学的方法。即要掌握唯物辩证的科学观、方法论。

第三，要刻苦钻研，努力拥有广博的多学科的现代科学技术知识，包括现代科学技术体系中已列入的和尚未列入的许多新的学科和尖端技术。

第四，要破除迷信，从实际出发，反复实验，认真观察，哪怕是罕见的现象也不放过，对其进行科学的研究与探索，更要尊重并注意学习专家群体的智慧和经验。

第五，人-机结合，利用信息系统和互联网络等高新技术，采取从定性到定量综合集成研讨厅体系的方法，集古今中外智慧之大成，激发专家群体的心智，达到创造思维。

第六，在利用人-机结合的信息系统和互联网络技术集大成、得智慧的过程中，要注意运用多种唯物辩证的思维方式，特别是形象思维和灵感思维，使之相互结合。例如，把逻辑思维与形象思维（包括灵感思维）方式结合起来（把微观与宏观结合起来），把还原论的思维方式与整体论的思维方式结合起来（从整体上观察和解决问题），把科学的思维方式与艺术的思维方式结合起来。因此，科学家要有些艺术修养，艺术家要懂得些现代科学技术，这样才易于认清客观世界，获得新的智慧，形成创造性的思维，有惊人的创新。

以上是关于思维科学基础科学层次的思维学（逻辑思维、形象思维、创造思维）的简要介绍。在思维科学基础科学层次中，除思维学外，还有一个重要内容即信息学。信息学是研究什么的呢？

信息也就是情报（Information），它对于人们的认识与思维过程，有着极为重要的意义。早在 20 世纪 40 年代，美国的申农（C. Shannon）和维纳（N. Wiener）就在研究探索关于信息的理论[①]。钱学森注意到他们的成果，并提出自己的见解。他认为，信息学主要是研究信息和信息过程的学问。他还说："信息是由一个点（信源）、一个传播渠道和一个接收点组成的。……一

---

① 1948 年申农发表了他的著名论文：《通讯的数学理论》。同年，维纳也发表了他的名著：《控制论：或关于在动物或机器中控制或通讯的科学》。

切信息的传递，都是物质运动。”[1]也就是说一切信息的传递都有一定的物质载体，例如，教师在课堂里讲话，语言的声波是靠空气的振动传播给大家的，是以空气这种物质的运动为中介的；中央电视台的新闻联播和大型文艺演出的现场直播，是通过无线电波和通讯卫星转播的，是借助电磁场这种物质的运动。所以，从物质运动的信息传递方面来看，其中的信息量等问题也是信息学要研究的问题。

信息学要涉及信息、系统、控制的理论。那么，信息论、系统论、控制论三者是什么关系呢？人们一般都认为它们是相互并列的“三论”。钱学森认为，实际上，信息的变换和控制的问题都是在相应的一个系统内部产生和进行的。所以，核心问题是系统，就是一个系统论。他认为，整个系统里面的结构是非常重要的，由系统的结构产生的功能，当然也是非常重要的，而功能必须有信息传递，也会有控制的问题。所以是“一论”，即系统论，而不是“三论”并列。但这不是说研究信息论不重要，而是要我们特别注意信息论与系统论的关系。从思维科学角度研究信息学时，就不仅要考虑控制的问题，更要注意把与其相关的整个系统联系在一起进行思考。

思维学与信息学难解难分。不管人们采取何种思维方式(逻辑的、形象的、创造的)，都离不开信息网、信息源和各种有关信息。信息在人们认识客观事物的过程中，起着非常重要的作用，否则“巧妇难为无米之炊”。可以说，要想提高人的思维质量，除了有正确的思维方式外，更重要的一是靠自己的知识结构和基础、亲身的社会实践、科学实验，二是靠掌握前人和他人的知识和经验。也就是说，思维活动所需要的信息量极为广泛，涉及现代科学技术体系中全部科学技术知识和尚未列入体系中的前科学的人类实践经验和感受。简而言之，好的思维质量和成果，需要人类所创造的全部精神财富所提供的信息。甚至也许可以这样说，没有信息也就无所谓思维，思维活动的过程，就是信息加工的过程。信息学在思维科学基础理论中占有极为重要的位置。钱学森多年来，每讲到思维学，提到智慧，必谈信息学；每谈信息学，也总是强调它对于思维与智慧的重大作用。当然，信息学的研究目前刚刚起步，还需深入探索，但前景广阔。

---

① 钱学森：《开展思维科学的研究》，《大自然探索》，1985年，第2期。



思维学与信息学的侧重面不大相同。信息学侧重寻求广泛的信息并研究信息传递过程的特点及其规律，思维学则主要不是对信息学所研究的信息源、信息量、信息通道和信息接受系统，以及信息运动的速度等内容感兴趣，而是对提取、采集其内涵——有关的信息知识、情报内容等感兴趣。因为，"思维学的任务就是研究怎样处理从客观世界获得的信息，包括波普尔(Popper)的'第三世界'这个非常重要的信息源、信息库，以获得改造客观世界的知识。"[①]

由此可见，思维学与信息学既有区别，又有联系，它们共同构成了思维科学的基础理论，并对思维科学的技术科学和工程技术层次的各学科有着指导作用，而思维科学的技术科学和工程技术的飞速发展，也必然会丰富和推动思维学与信息学的研究。

10.2.2 思维科学的技术科学层次

按照钱学森的观点，思维科学的技术科学层次大致包括：科学方法论、情报学、数理语言学、结构语言学、模式识别和知识系统学等。它们是关于如何把思维科学的基础科学与思维科学的工程技术相结合的科学知识与方法论，也就是关于如何把基础理论应用于思考和解决实际问题的学问。

这里只谈谈钱学森关于建立情报学和强调语言与思维结构的关系两个问题。

对于情报学，钱学森非常重视，他主张认真研究并建立起情报科学技术的学问——情报学，不能只把它视为一种简单的图书资料工作。什么是情报呢？说法不一，钱学森给下了这样一个定义："情报就是为了解决一个特定的问题所需要的知识，要注意它的及时性和针对性这个要求。"情报离不开大量资料和事实，但情报又不等于资料和事实，"情报还要经过一个活化、激活的过程。也就是说，僵死的资料不是情报，情报是激活了、活化了的知识，或者精神财富，或者说利用资料提取出来的活的东西"。所以，情报工作有两大方面："一个就是把资料收集起来，建立资料库，建立检索系统，以便于使用；再一个方面，就是把这些资料活化、激活了以后，变成情报。这就需

---

① 钱学森于1995年3月16日给戴汝为的信。

要分析、研究、提供。当然，这两个方面是互相影响的。"[1]而情报学"就是把情报工作上升到理论的、系统的学问，使科技情报工作形成一个有效的组织结构体系"[2]。

情报或信息是一种特别的精神财富。钱学森从辩证唯物主义的认识论出发，又对认识论的基本原理作了些补充。他认为，今天人作为一个认识主体，来认识客观世界，那么，打交道的还不光是客观世界，我们一开始就要同精神财富打交道。也就是人在认识客观世界的过程中间，"起作用的有三个方面：第一个是人，这是认识主体；第二个是客观世界，这是认识的对象；还有第三个，就是精神财富，那是全人类所创造的认识客观世界的工具。"这里客观世界是物质的，是第一性的；认识过程中人的意识活动是精神的，是第二性的；精神财富，那是人类创造的，反映了人对客观世界的认识，这归根结蒂也是第二性的。情报或信息作为人们认识的成果和间接经验是一种特别的精神财富，是一种特别的知识，它对于人们认识客观世界，起着非常重要的作用。"秀才不出门，能知天下事"，主要靠的是来自各方的情报或信息。

钱学森的这一观点吸取了英国科学哲学家波普尔的一些说法，同时也批评、反对了他的一些观点。钱学森认为，波普尔提出三个世界的理论（世界 1 是客观世界，世界 2 是主观世界，世界 3 是知识世界，它们都是独立的，可以独立发展的），强调了知识世界，也就是强调了全人类所创造的知识和智慧这些精神财富对于我们认识客观世界的重要性，这一观点是对的，值得借鉴的。但是波普尔又强调了知识是由心灵的经验逐渐形成的，可以独立发展的，这一点是不能成立的，甚至是荒谬的。因为知识是要由人去创造的，知识怎么能独立自主地发展呢？知识这种精神财富离开了人的广泛的社会实践活动，离开了客观物质世界本身的发展变化，离开了世世代代无数科学家、工程技术人员和广大人民群众的刻苦学习和钻研、不懈探索与追求，宝贵的精神财富怎能自天而降、自动发展、独立行进呢？又怎能代代相传，自行增添真理的颗粒呢？"精神财富不是物质的，它是人的意识、人的精神在认识客观世界过程当中所创造的东西。""所以，波普尔实际上是陷入了

① 钱学森：《科技情报工作的科学技术》，载《国防科技情报工作》，1983 年，第 5 期。

② 钱学森：《开展思维科学的研究》，载《大自然探索》，1985 年，第 2 期。



哲学二元论。”[①]以上是钱学森关于情报学的一些观点和论述。

关于语言学，在思维科学技术科学层次，还有数理语言学、结构语言学。钱学森十分重视语言对于思维和智慧发展的作用。他说：“人类文明的发展，是先有语言、后有文字。人类产生语言是一个很大的进步，是第一个进步。有了语言表达，一个人在劳动中积累的经验就可以彼此交流。”有了语言、概念、词汇，才可能进行逻辑思维，形成概念、判断和推理。目前更重要的是人-机结合进行思维活动时，需要有统一的、规范化的语言文字。特别是在这科学技术飞速发展的新时期，计算机软件的开发及其规范化、标准化，都需要有战略发展的眼光，这样才便于信息、情报的存储、交流、汇集，并与国际联网，综合集成一切有用的、所需要的知识。而“目前电子计算机语言繁杂多样，各不相谋的现象令人忧虑”[②]。

此外，钱学森还提出从中国文学艺术的语言文字中寻找思维结构、研究思维学的畅想。他说：“既然文学创作中要运用抽象（逻辑）思维、形象（直感）思维和灵感（顿悟）思维，那我国几千年古老的文学作品不就是三种思维的结晶吗？那我们为什么不从中国的赋、诗、词、曲及杂文小品中学习探讨思维学呢？它们是最丰富的泉源呀。”[③]

对联是中国旧文人思维的基本功，首先要求“对仗”，按照字音的平仄和字义的虚实做成对偶的语句。

例如　五月黄梅天
　　　三星白兰地

又如　毛泽东与周恩来对联：
　　　橘子洲，洲旁舟，舟行洲不行（毛）
　　　天心阁，阁中鸽，鸽飞阁不飞（周）

再如　清代名儒纪晓岚与江上武夫对联：
　　　两舟并行，橹速不如帆快（武）
　　　八音齐奏，笛清怎比箫和（纪）

---

① 钱学森：《科技情报工作的科学技术》，《国防科技情报工作》，1983年，第5期。

② 钱学森：《电子计算机软件与新时期的语言文字工作》，《光明日报》，1986年8月5日。

③ 钱学森于1994年9月18日给戴汝为、钱学敏的信，《科学的艺术与艺术的科学》，北京，人民文学出版社，1994。

江上武夫乘的船有帆，纪晓岚的船用橹，武夫用“橹速”与“鲁肃”谐音，“帆快”与“樊哙”谐音，说文不如武。纪晓岚一时无对，被困数日，闷闷不乐。直到数日后抵达福州，主持院试大典，听到乐声，才顿悟出下联。这里“笛清”与“狄青”谐音，“箫和”与“萧何”谐音，说武不如文。这种文例极为丰富。

从思维学角度看，上联给出一个语言结构，请下联按此结构去找字、词、零件添入这个结构。思维就在于搜索思想库找材料，这就是对联答对联的思维学。而形象思维则与答对联的思维相反，它是有材料、无结构，思维的任务是找形象，即从大量零零碎碎的信息、知识、材料中找出它们内在的、相互联系的结构，以便弄清或说明事物的概貌与整体[①]。

以上是思维科学技术科学层次诸多学科中关于情报学与语言学的简要观点。由此亦可看出思维科学的技术科学层次各门学问不但与工程技术比较贴近，而且直接联系着思维科学的基础科学——思维学。

10.2.3 思维科学的工程技术层次

这是钱学森所倡导的思维科学的特色。大致包括：密码技术、计算机软件技术、情报资料库技术、文字学、计算机模拟技术、人工智能、智能机，以及多年来正在积极探索的大成智慧工程，即从定性到定量的综合集成技术。或许可以设想，未来的人工智能中的一个重要研究内容就是人-机结合的“大成智慧工程”。通过大成智慧工程，“集大成，得智慧”，进行创造思维。

大成智慧工程的实质是充分发挥人的主观能动性，而不是过重依赖计算机，但又十分重视构成人-机结合的工作体系和思维方式，利用计算机、多媒体技术、灵境技术、互联网络等设备，将所需的知识、信息检索、调集出来，与各方面有关专家的理论、知识、经验、判断结合起来，同步快速地对各种类型的复杂事物（开放复杂巨系统）进行从定性到定量，从感性到理性逐步深入的分析与综合。在这种工作过程中，除了专家群体之间民主讨论相互启发、相互补充以外，还可以通过计算机、灵境技术等快速提供的古今中外的有关信息，启迪参与者的心智，激发集体的智慧，把各种学科的科学理论和

① 钱学森于 1994 年 9 月 18 日给戴汝为、钱学敏的信，《科学的艺术与艺术的科学》。《人民文学出版社》，1994 年，第 135－137 页。



人的知识、经验结合起来，发挥现代科学技术体系的整体优势和综合优势，集智慧之大成，群策群力找出从总体上观察和解决复杂性问题的最佳方案和决策。做到“在定方针政策时居高远望，统揽全局，抓住关键；在制定行动计划时又注意到一切因素，重视细节”，并能有所创新。

钱学森对人工智能、智能机的发展，特别是各种信息技术和设备对人的认识、人的思维的影响十分关注。同时也强调要积极研究人体科学，尤其是脑科学，他认为努力理解人脑是怎样思维的，才能开发出有效的、便于人-机结合的计算机软件，发挥人-机结合精神生产力的巨大效率。

钱学森一贯认为具有较高文化素养、拥有广博科学知识的人群，如果经常人-机结合地进行工作，同时在思维过程中，把逻辑思维与形象思维、灵感思维等交互运用，将使人的智能发展到一个新阶段，大大提高人的创造思维能力，甚至可能出现智能革命。他曾说：“灵境技术是继计算机技术革命之后的又一项技术革命。它将引发一系列震撼全世界的变革，一定是人类历史中的大事。”

10.3 思维科学的发展及其深远意义

综上所述，思维科学的建构与发展涉及广泛的科学技术领域，几乎需要整个现代科学技术体系中的知识以及广泛的实践经验。仅从发展人工智能这项思维科学的工程技术来看，就不仅需要思维科学的基础科学、技术科学的理论，还需要系统科学、控制论（反馈外部环境与信息）、数学科学、人体科学、脑科学、自然科学、社会科学、行为科学（包括教育学）等等。所以，思维科学的发展固然有其独特的通道，但也与现代科学技术各部门的发展密切相关。

从思维科学体系结构所包含的内容来看，思维科学不是哲学，它是现代科学技术中一个新兴的重要部门。但它与哲学、认识论紧密相关。无论是在批判吸收国外思想文化成果上，还是在思维科学的建构与发展上，都需要有正确的哲学、认识论为指导，“破除迷信，既不搞机械唯物论，也不搞唯心主义”，[①]而思维科学的研究成果，特别是关于逻辑思维、形象思维、创造思维、思维与智慧，以及人工智能、人-机结合、大成智慧工程等，这些属于思维

---

① 钱学森于 1999 年 2 月 15 日给钱学敏的信。

科学基础科学、技术科学、工程技术各层次的成果，都可能促进思维科学通往马克思主义哲学的桥梁——认识论以及辩证唯物主义的丰富与发展，使马克思主义哲学更具有科学性与时代性，具有鲜活的生命力。

20 多年前，钱学森在展望人-机结合的思维信息加工系统的运用与发展时，就满怀信心地说："我们所设计的信息体系简直可以包括全部人类千百年来创造的、而且还在不断创造的精神财富。而这全部精神财富可以由我们每一个人随手调用和享受。这不但是从旧的脑力劳动中解放出来，而且是获得了一个伟大的新世界，从来未有的高度文化的新世界。难道这不是天翻地覆的变化！"[①]我们的脑子不要花在记忆上啦，我们的脑子还可以干别的，也就是从繁重的记忆劳动中解放出来，把智慧集中到整理全人类的知识。全面考察，融会贯通，从而能够创造更多更高的脑力劳动的成果，也就是人变得更聪明了，人类前进的步伐将会更快了。那将是"新的人类"、"新的社会"。

这就是钱学森殚思竭虑倡导研究思维科学、关注人工智能的发展，设计大成智慧工程这一人-机结合的信息系统的目的，也是他晚年为祖国人民和世界人民展示的美好前景和寄予的无限期望。

本文曾发表于：
赵光武主编：《思维科学研究》中国人民大学出版社，1999 年 8 月版

① 钱学森：《情报资料、图书、文献和档案工作的现代化及其影响》，《科技情报工作》，1979(7)。





第11章 钱学森关于教育事业的设想

11.1　教育与科技将成为影响国家发展的关键因素

当今，教育和科技已成为影响世界各国发展的关键因素。钱学森希望办好大成智慧教育，改革教育制度，缩短学制，培养青年一代具有高尚的品德和情操以及高度的智能和创新能力。20世纪80年代初期，以微电子信息技术革命为先导的高科技群体飞速发展，如层层巨浪呼啸而至，钱学森站在大浪之颠高瞻远瞩，他敏锐地觉察到："面向未来的战略优势不能只着眼于军事，而是包括军事、政治、经济、科技、教育在内的'综合国力'的竞争。在这中间，科技和教育将成为影响发展的关键因素。人们期望21世纪成为和平和发展的世纪。这种前景不是没有可能出现的。但是，也必须注意到，竞争决不会停止，它将更加激烈，特别是在经济和科技的竞争上，这将是另外一种形式的生死存亡的斗争。"[①]

1988年，钱学森从战略的高度，对21世纪科学技术的发展，作了如下精深微妙的科学预见和期待："它将是高速发展的科学技术。居于世界科学技术前列的国家，将集中人力、物力、财力于当代最先进的科学技术的争夺上，一系列新兴科学技术领域将出现新的重大突破。新的生产技术，新的生

---

① 钱学森：《为科技兴国而奋力工作》，《人民日报》，1988年9月23日。

物品种，新的物质合成，新的信息、能源、交通结构以及对宇宙自然现象的新的认识，将对世界的发展产生深刻的影响。人们的思想观念、生产方式、社会秩序和生活方式将随之发生前所未有的新的变革。

它将是同经济发展高度结合的科学技术。高技术研究开发和高技术产业将成为世界经济竞争中的主要因素，并且将对传统产业带来重大影响。经济发展对科学技术的依靠程度大大增加了。商品构成中包括的技术因素，技术发明中包括的科学因素，也大为密集了。人们对科学技术工作的老的划分必将改变，基础研究、应用研究和技术开发等几个领域之间，将出现交叉、叠合。由科技发现转化为商品的周期将大大缩短。

它将是全球性相互依存的科学技术。由于现代科学技术是在世界最新科技成果的基础上发展的，许多重大项目的技术密集度越来越高，加上技术的发展日益多元化，世界上已经没有一个国家可以用独自的力量来解决竞争和发展中的所有技术问题。一些影响人类社会的重大问题，如环境问题、资源问题，已具有全球性质。因而建立一国独立完整的科技体系的思想已经过时。科学技术的国际分工和合作将日益深化。世界将生活在既相互依赖又相互争夺的环境中。

它将是科技—经济—社会—环境日益协调发展的科学技术。衡量一个国家现代化水准，不仅体现在经济和科技发展的水平上，而且还体现在社会、环境、教育、文化的协调发展上。人们将把更多的注意力放在生态平衡，环境保护，社会公平，教育、文化、医疗共享，以及消除由于科学技术的发展带来的对社会和心理的危害上。人们将会努力使科学的社会化和社会的科学化得到平行发展。

它将是自然科学与社会科学和哲学相统一的科学技术。世界经济、科技竞争将在一定意义上转化为经营思想、发展战略和科学决策的竞争。谁在哲学思想、领导艺术和科学决策上占优势，谁就占领了战略的制高点，就会赢得竞争的胜利。人们有理由期待一个理性的时代会在人类的进步发展中产生。在这个时代中，不仅是存在决定意识，而且人类的高尚思想追求将影响世界。”①

① 钱学森：《为科技兴国而奋力工作》，《人民日报》，1988年9月23日。

钱学森当年面对新世纪科技发展的预言和卓见，后来在世界历史大舞台上相继上演，一一展现。而世界经济和科技的发展与竞争，归根结底确实是一场“智力”和“人才”的竞争。面对这场生死存亡的斗争，培养和争夺高科技人才的竞争目前正在激烈展开。

美、英、德等国不惜代价竞相向国外放宽限制，高薪招聘急需人才。世界各国都在加紧研究“如何尽快培养适应新世纪需要的人才”问题。美国已提出“2061 计划”，要打破旧框框，重新组织教材，以多学科培养学生的素质，据说已经出了一本书：《所有美国人都需要的科学》；日本花重金研究脑科学，用以改革教育事业，提高国民智力；我国在教育改革和脑科学的研究上也做了很多工作，取得了不少成绩，不过，与时代的要求相比，还存在很大差距。当今时代“对人民提出这样高而广泛的智力和知识的要求，是人类历史上前所未有的，可以说是人类社会发展的一次重大变革”[①]。

11.2 关于大成智慧教育的设想

钱学森一直为中国的教育事业担心、焦虑，每提到科技要发展、祖国要强大时，就必然提到教育要革新、人才要培养，他时常语重心长地说：“希望在青年”。2005 年 7 月 30 日，他还向温家宝总理进言：“现在中国没有完全发展起来，一个重要原因是没有一所大学能够按照培养科学技术发明创造人才的模式去办学，没有自己独特的创新的东西，老是‘冒’不出杰出人才。这是很大的问题。”

如何尽快提高人们的智能和品德，以适应时代发展的需要？这是钱学森几十年来，尤其是近 20 多年来，着力探索与思考的重大课题。他为之倾注了大量心血，其中凝聚着无限关爱与希望。他认为这是件大事，其意义甚至不亚于当年研制、发射“两弹一星”。

他所倡导的“大成智慧学”简要而通俗地说，就是教育、引导人们如何陶冶高尚的品德和情操、尽快获得聪明才智与创新能力的学问。其目的在于使人们面对新世纪各种变幻莫测、错综复杂的事物时，能够迅速做出科学而明智的判断与决策，并能不断有所发现、有所创新。

---

① 钱学森：《评“第四次世界工业革命”》，《世界经济导报》，1983 年 10 月 10 日。

"大成智慧学"与以往关于智慧或思维学说的不同，在于"大成智慧学"强调以马克思主义的辩证唯物论为指导，利用现代信息技术和网络、人-机结合以人为主的方式，迅速有效地集古今中外有关经验、信息、知识、智慧之大成，总体设计，群策群力，科学而创造性地去解决各种复杂性问题。

1997年春，钱学森在对科学与艺术、逻辑思维与形象思维、哲学与科学技术以及微观与宏观、部分与整体等进行综合思考以后，更为明确与全面地阐述了"大成智慧"的实质与核心。他说："我想我们宣传的'大成智慧'……就在于微观与宏观相结合，整体(形象)思维与细部组装向整体(逻辑)思维合用；既不只谈哲学，也不只谈科学；而是把哲学和科学技术统一结合起来。哲学要指导科学，哲学也来自科学技术的提炼。这似乎是我们观点的要害：必集大成，才能得智慧！"①

钱学森对中国的教育改革考虑得十分具体。他认为，中国人很聪明，又勤奋、能吃苦，只要制度合理、教育得法、组织得好、具备一定条件，就没有什么高科技难关攻不下来，"两弹一星"的成功，就是一例。

现在我国的教育事业已有很大进步，但是我们的基础教育，从全国来看，特别是西部贫困地区，应该说仍严重滞后。需要高度重视，好好总结新中国成立以来，我们教育工作的经验教训，也要认真吸取旧中国一些成功的办学经验，以及国外值得借鉴的教学内容和教学方法。

他强调，教育工作不可能"立竿见影"，速见成效。21世纪的科学技术发展很快，新的科技革命、社会革命相继到来，整个社会结构都会发生变革，我们在制订教育方针时，一定要向前看，像邓小平要求的那样，"教育要面向现代化、面向世界、面向未来。"关注全球性、国际化的教育标准，用世界范围科学技术发展的最新成果和我们优秀的传统文化来充实教育的内容。尽快革新教育观念，更新教学方法，改革教育制度，增加教育经费。

为解决师资难的问题，钱学森提出要动员全社会(包括下岗、退休的)有经验、有学识的人，都来当教师或兼职教师，也要竭力创造宽松、民主而优越的环境，吸引外国的高科技人才和我们的出国留学生，共同把最先进的科技成果、最新鲜的实践经验，不失时机地传授给我们的下一代。与此同时，还

① 钱学森于1997年4月6日给钱学敏的信。



要建立起以高等教育为主体的、能够使人终身受教育的教育体系，以适应信息社会逐渐以脑力劳动为主的高科技、高效管理、职能变换等快速发展的要求。

20 多年来，钱学森在采撷时代精华、探索“大成智慧学”的同时，曾反复设计 21 世纪中国的教育事业。他结合自己和同学，在北京师大附小、师大附中、交通大学、美国麻省理工学院、加州理工学院等院校受教育和成长过程的亲身体验，吸收了思维科学以及一些科学工作者对教育心理学、脑科学研究和实验的成果和感悟，发表了许多关于教育改革的意见和文章，希望能够缩短学制，充分挖掘和发挥少年儿童的潜力，着重培养青年一代具有高尚的品德和情操、高度的智慧和创新的能力。

仅从 1993 年 10 月 7 日钱学森给我的一封信中，就可以看出他对未来教育方案的大致设想和希望办好大成智慧教育，培养一代新人的殷切之情。他写道：“我在这几天又在想中国 21 世纪的教育，我 1989 年的那篇东西[①]不够了；是要人人大学毕业成硕士，18 岁的硕士，但什么样的硕士？现在我想是大成智慧学的硕士。具体讲：①熟悉科学技术的体系，熟悉马克思主义哲学；②理、工、文、艺结合，有智慧；③熟悉信息网络，善于用电子计算机处理知识。

这样的人是全才。我们从西方文艺复兴时期的全才伟人，走到 19 世纪中叶的理、工、文、艺分家的专家教育；再走到 20 世纪 40 年代的理工结合加文、艺的教育体制；再走到今天的理、工、文(理、工、加社科)结合的萌芽。到 21 世纪我们又回到像西方文艺复兴时期的全才了；但有一个不同：21 世纪的全才并不否定专家，只是他，这位全才，大约只需一个星期的学习和锻炼就可以从一个专业转入另一个不同的专业。这是全与专的辩证统一。

“大致可以作为下面这几段教育：

(1)8 年一贯制的初级教育，4 岁到 12 岁，是打基础。

(2)接着的 5 年(高中加大学)，12 岁到 17 岁，是完成大成智慧的学习。

(3)后 1 年是‘实习’，学成一个行业的专家，写出毕业论文。

这样的大成智慧硕士，可以进入任何一项工作，如不在行，弄一个星期

---

① 钱学森：《要为 21 世纪社会主义中国设计我们的教育事业》1989 年 5 月 4 日，《教育研究》第 7 期。

就可以成为行家。以后如工作需要，改行也毫无困难。当然，他也可以再深造为博士，那主要是搞科学技术研究，开拓知识领域。

这个大胆设想，您看如何？新一次的'文艺复兴'呵！"

11.3 大成智慧教育与现代科学技术体系

大成智慧的要害是：集大成，得智慧！"必集大成，才能得智慧！"那么，教育青年学生把什么集大成，才能得到大成智慧呢？按照钱学森的想法，集的对象主要就是现代科学技术体系（或称人类知识体系）中广博的科学技术知识，还有体系外围的前科学知识库，这些是形成大成智慧的科学基础和知识源泉。所以，钱学森特别强调大成智慧硕士要"熟悉科学技术的体系"。只有了解、掌握了这些人类知识的体系结构和具体内容，才能更好地汲取、集成人类的智慧。

20世纪是人类历史上科学技术空前发展和灿烂辉煌的时期。加之信息技术革命的发展，人们对世界认识的范围日益广阔，层次更为深入。交叉科学纷纷兴起，各学科已越分越细，与此同时，各学科相互渗透、相互耦合日益综合的整体化趋势也愈益增强，综合学科日兴。20世纪80年代初，钱学森指出："现代科学技术不单是研究一个个的事物、一个个现象，而是研究这些事物、现象发展变化的过程，研究这些事物相互之间的关系。今天，现代科学技术已经发展成为一个很严密的综合起来的体系，这是现代科学技术的一个重要的特点。"[①]

钱学森认真总结了现代科学技术和文学艺术发展的成就与趋势，从系统观的角度揭示了现代科学技术发展的整体状况，建立起一个开放复杂的人类知识体系："现代科学技术体系"。

这个体系包括所有通过人类实践认知的学问。目前暂分为11个大部门：自然科学、社会科学、数学科学、系统科学、思维科学、人体科学、军事科学、行为科学、地理科学、建筑科学以及文艺理论等。"这是个活的体系，是

① 钱学森主编：《现代科学技术和科学政策》，中共中央党校出版社，1993年版，第80页。



在全人类不断认识并改造客观世界的活动中发展变化的体系"[①]。随着社会的发展、科学的进步,这个体系不仅结构在发展,内容也在充实,还会不断有新的科学部门涌现。因此,教育理念与教学内容以至教学方法,也需要不断充实、更新,与时俱进。

这种科学分类法是从人们研究问题的着眼点或看问题的角度的不同,来区分各科学门类的。而各门科学所研究的对象其实都是统一的、同一的,即整个客观世界(包括自然、社会、人和人化自然等),这是各门科学技术知识相互渗透、相互借鉴、相互统一的客观基础。这种科学分类法,从各学科的横向结构上拆除了以往各门科学技术之间那种仿佛不可逾越的壁垒,显示出各门学科之间原本就相互贯通、相互促进、统一而又不可分割的动态网络关系,让科学与艺术不分家,数学、自然科学与哲学、社会科学互相联手,为广开知识之源进行大跨度的思维,敞开了无限广阔的天地。

钱学森曾在1994年4月1日对我说:"大成智慧的核心就是要打通各行、各业、各学科的界限,大家都敞开思路互相交流、互相促进,整个知识体系各科学技术部门之间都是相互渗透、相互促进的,人的创造性成果往往出现在这些交叉点上,所有知识都在于此。所以,我们不能闭塞。"他也时常强调,我们掌握的学科"跨度越大,创新程度也越大。而这里的障碍是人们习惯中的部门分割、分隔、打不通。而大成智慧学却教我们总揽全局,洞察关系,所以促使我们突破障碍,从而做到大跨度的触类旁通,完成创新。"[②]

由此,学校在课程设置、教学内容、教学方法上需要更自觉地将专业课、非专业课、实验课等有机地结合起来,打开过去各门科学技术之间隔行如隔山的狭隘界限,使学生易于触类旁通,获得广博的知识,逐步走近对世界的整体性认知和规律性认识,形成全新的观念,学会从总体上、大跨度地、综合性地理解和掌握科学技术的理论和规律,以便能够广开思路,系统地、创造性地解决各种复杂性问题。近来,钱学森还特别强调:"一个有科学创新能力的人不但要有科学知识,还要有文化艺术修养。……它开拓科学创新思

---

① 钱学森讲稿:《社会主义现代化建设的科学和系统工程》,中共中央党校出版社,1987年版,第135页。

② 钱学森于1994年2月13日给钱学敏的信。

维。”[①]或许可以说:聪明来自艺术与科学的结合。

11.4 大成智慧教育重在理论与实践相结合

荡漾于人类知识海洋里的学问,既有认识客观世界的,也有改造客观世界的。在现代科学技术体系这个人类知识体系的纵向结构上,每一个科学技术部门都按照是直接改造客观世界,还是比较间接地联系改造客观世界的原则区分为:基础科学、技术科学、应用技术三个层次(文艺理论的层次划分略有不同)。

科学技术三个层次之间的关系与影响是双向的、统一的。钱学森曾说:“人首先要认识客观世界,才能进而改造客观世界。从这一基本观点出发认识客观世界的学问就是科学,包括自然科学、社会科学等等。”“改造客观世界的学问是技术。”而人们在认识世界和改造世界的过程中,主体与客体、认识与实践是相互作用、辩证统一的。

所以,钱学森赋予现代“科学”与“技术”的含义,实际上体现了科学与技术原本就具有相互补充、相互促进的内在统一性。例如,在自然科学部门中,物理学、数学属基础科学;空气动力学、电子学属技术科学;航空航天工程、电力工程属应用技术。又如,在行为科学中包括教育、道德和法,其中教育学、伦理学、法理学等属行为科学的基础科学;教育、道德、法治的系统工程等,有些内容属技术科学层次,有些具体的教学和实施方法,可能要属于应用技术层次。但这三个层次的知识之间又是相互渗透、相互促进的,在理论研究和工程实践中谁也离不开谁。

科学技术三层次的区分,便于我们在进行大成智慧教育的过程中,自觉地把科学技术三个层次的专业和教学内容合理设置与安排,使理论易于联系实际,培养出有高度智慧又有实际能力的人才;也便于我们迅速明确某个学科在整个现代科学技术体系中的地位和作用,易于找到薄弱层次和新的科技生长点,打开局面,集中人力、物力,去研究、去探索、去创新,促进经济的增长、社会的发展。

20 世纪 70 年代,钱学森调到国防科工委,主管国防科技大学,当时学

① 引自《亲切的交谈》,2005 年 7 月 31 日《人民日报》。



校要进行教育改革，他根据自己当时熟悉的科技领域，建议在国防科技大学所设置的八个系的专业，就是把基础理论、技术科学、应用技术统一起来考虑的。它们是：

一系：力学与应用力学；　　二系：核物理与物理工程；
三系：控制论与控制工程；　　四系：电子学与电子工程；
五系：化学与应用化学；　　六系：计算机理论与工程；
七系：数学与系统工程；　　八系：仪器与仪器设计。

钱学森主张每一个专业都应是理与工的结合，课程设置既有基础科学、技术科学，又有应用技术、工程技术。专业不要分得太细，否则学生将来适应能力差。要想在“科教兴国”的战略实施过程中尽快出智慧、出成果、出人才，就不仅要教育学生学会多学科知识的综合集成，还要注意教育学生将理论与实践、知识与经验有机地合理地结合起来。有条件的学校，有些专业还可采用产—学—研相结合的教学模式。

重视理论与实践相结合，还要特别尊重和提炼前科学知识库里的精神财富。在人类知识体系这个现代科学技术体系的外围，有大量一时还不能纳入体系中的古往今来人们对世界的探索、认知、初步的哲学思考以及点滴的实践经验、不成文的实际感受、直觉、顿悟、灵感、潜意识、能工巧匠的手艺、“只可意会、不可言传”的东西、甚至梦境等等，这些都是前科学知识库里的瑰宝。

这些瑰宝流动、变化很快，云蒸霞蔚，有的只是一闪念，转瞬即逝，仿佛没有什么逻辑，但在我们头脑中有，归根结底也是实践的产物，通过人们主动地、有目的地在实践中反复比较、鉴别、分析、综合，可以逐渐将其中有价值的初步的感性认识提升到理性认识，纳入到现代科学技术体系中，使人类的知识体系和智慧不断丰富与发展，这是人们认识与实践的历史长河，烟波浩荡，永不停息。它是科学知识和艺术创新的源泉，是我们终身都需要认真学习、积淀，注意汲取、历练的宝贵精神财富。

11.5　大成智慧教育要把哲学与科学技术结合起来

马克思主义哲学（辩证唯物主义）作为人认识客观世界和主观世界的科

学，它的宇宙观（包括科学观、发展观）、人生观、方法论，对现代科学技术体系，这个人类知识体系的建构、发展以及对一个人的学习和成长历程的指导作用是很重要的。钱学森50年来一直强调科学家和年轻人要掌握科学的哲学。记得1956年初，他刚刚回到祖国不久，有记者访问他说："您认为对于一个科学家来说，什么是最重要的？"钱学森略微沉思一下说："一个科学家，他首先必须有一个科学的人生观、宇宙观，必须掌握一个研究科学的科学方法！这样，他才能在任何时候都不致迷失道路；这样，他在科学研究上的一切辛勤劳动，才不会白费，才能真正对人类、对自己的祖国做出有益的贡献。"[①]当然，这个科学的人生观、宇宙观和方法论是要随着时代的发展、科学的进步而不断发展与丰富的。

后来，钱学森在参与组织领导"两弹一星"的研制、发射和探索时代精神的精华的过程中，逐渐从现代科学技术体系各科学技术部门三个层次之上，又揭示出了一个层次，就是各学科的哲学概括。这是通向整个体系的最高概括——马克思主义哲学（辩证唯物主义）的桥梁。它们是：自然科学的自然辩证法；社会科学的历史唯物论；数学科学的数学哲学；系统科学的系统论；思维科学的认识论；人体科学的人天观；军事科学的军事哲学；行为科学的人学；地理科学的地理哲学；建筑科学的建筑哲学；文艺理论的美学等等。

钱学森"把马克思主义哲学放在科学技术整个体系的最高层次，也说明了马克思主义哲学的实质：它决不是独立于现代科学技术之外的，它是和现代科学技术紧密相连的。也可以说，马克思主义哲学就是全部科学技术的科学，马克思主义哲学的对象就是全部科学技术。"[②]

钱学森又结合当今科技发展的现状提出："马克思主义哲学，辩证唯物主义是人类一切知识的最高概括"[③]，马克思主义哲学"也是人的一切实践的概括"[④]。可见，它的内容更加丰富而科学，不再仅仅是自然科学与社会科学的概括和总结了。

早在1978年，钱学森就强调："哲学作为科学技术的最高概括，它是扎

① 转引自洛翼：《一个有思想的科学家——钱学森博士访问记》，《中国新闻》，1956年3月2日。

② 钱学森等：《论系统工程》，湖南科技出版社，1988年版，第528页。

③ 钱学森：《正确对待祖国历史文化传统，认真学习马克思主义哲学》，《自然辩证法》，1988年，第2期。

④ 钱学森于1994年1月9日给钱学敏的信。

根于科学技术中的，是以人的社会实践为基础的；哲学不能反对、也不能否定科学技术的发展，只能因科学技术的发展而发展。”[①]而发展深化马克思主义哲学应先着眼于那11架桥梁，然后再考虑上升到马克思主义哲学本身。

各门科学技术作为认识世界和改造世界的学问，其研究成果对马克思主义哲学（辩证唯物主义）也会有着深刻的影响，从钱学森的下列两例可见一斑：

他关于科技革命必然引起产业革命与社会革命乃至文化革命的社会历史观，关于现代中国的三次社会革命论，关于世界社会形态等理论，以及关于要特别重视研究国际间军事和政治的斗争、要特别重视研究如何运用金融手段来发展经济的“金融经济学”等观念，都是从社会科学的角度为唯物史观增添了新的内容。

他倡导的系统科学，是从普遍存在于客观世界的各种复杂系统的结构、层次、功能、性质等侧面去研究整个客观世界的。特别是开放复杂巨系统的观念和理论，强调整体论与还原论相结合，从整体上观察和解决问题，以及运用从定性到定量的综合集成法，建立总体设计部等，都是进行高层次系统管理和科学民主决策的现代理念和最佳方法，这是对唯物辩证法的丰富和发展。

由此可见，我们不仅需要接受马克思主义哲学的指导，而且应看到，各门科学技术的发展对马克思主义哲学（辩证唯物主义）基本原理与方法的补充、更新、发展有着极为重要的作用。科学高峰离不开理论思维，在新的世纪里，科学技术与哲学将更加相互交融、相辅而行。

需教育年轻一代头脑不能僵化、机械、教条，或仅仅耽于虚无缥缈的幻想，要不断树立起反映21世纪的世界观、人生观、方法论，努力将经验—科学技术—哲学综合集成起来。使“大成智慧”不断集成出新，在哲学思想、领导艺术和科学决策上抢占制高点，赢得竞争的胜利；让人类追求和平、发展、和谐、幸福的崇高理想影响全世界！

---

① 钱学森：《科学学、科学技术体系学、马克思主义哲学》，《哲学研究》，1979年，第1期，第20－27页。

11.6 大成智慧教育必须加强情感和品德教育

大成智慧教育方式的一个显著特点，就是充分利用计算机、信息网络，人-机结合优势互补的长处，使人能够不断及时获得和集成广泛而新鲜的知识、信息与智慧，从而迅速提高人的智能，培养创新的能力。但是，人-机结合这种教学方式、思维方式、工作方法，也不是对什么样的人都灵。关键还在于以人为主，培养学生的品德与素质，发挥人的主观能动性。

因为，一方面计算机、多媒体、灵境、信息网络等微电子信息技术，正逐步向智能化改进；纳米技术的出现，将使计算机的研制、开发进入到分子、原子层次上；人工智能，知识工程，计算机模拟等技术发展很快。它们对于可以形式化、数字化或运用形式逻辑推理就能认识和解决的事物，处理起来比较擅长。通过计算机、信息网络，可以存贮、调集、检索、传递的信息数量浩如烟海，速度快如闪电。其计算和运转之快，比人脑强亿万倍，而且十分精确。这种惊人的高性能真是旷古未有，非常有利于人类智能的发展。

然而，另一方面计算机、多媒体、灵境、信息网络等技术，对于信息激活，对于"只可意会、不可言传"、难以形式化、数字化的复杂性事物，或者说，对于那些需要运用形象思维，或必须灵活地将形象思维与逻辑思维交织使用才能把握其关键和机理的事物，对于一些非理性的、经验性的，以致掺入人的精神、情感等因素的复杂性事物，计算机等信息技术和工具目前尚难以十分准确地独自模仿、认清和解决。

而对复杂性事物有可能及时正确认识与决策的智慧与素质，是人脑所特有的。当然，谁也不是天生就有的，要靠科学的世界观、方法论；要靠崇高的品德和情感；要靠在社会实践中长期的锻炼；要靠人在与计算机优势互补中，对知识的有效集成与积累；也就是要靠掌握大成智慧。这是单独依靠计算机，所永远望尘莫及的。

20世纪最具创造性才智的大科学家爱因斯坦曾说："感情和愿望是人类一切努力和创造背后的动力"[①]。马克思也说过："激情、热情是人强烈追

---

① 《爱因斯坦文集》第1卷，商务印书馆，1977年版，第279页。



求自己的对象的本质力量。"[1]人非草木,尤其是青少年,他们在进行学习、从事工作、努力奋斗的过程中,总会怀着各种各样的兴趣、情感、目的和梦想,构成其行为的动力。即便有计算机辅助,也会有成功,有失败,结果各异。

这就为教育工作者——人类灵魂工程师,提出了担负起培养青少年具有高尚品德、爱国热忱和科学精神等的重要任务。从认识上、心灵上,引领青少年走进崇高的思想、情感世界,使他们的身心都得到健康成长,以便日后面对各种艰难险阻和各种错综复杂的问题时,能够毫不畏惧,自觉地从爱国、自强、团结、奉献、求真、务实等的热情和愿望中,激发出无尽的才智和力量,逐渐磨砺成为庸中佼佼、铁中铮铮的栋梁之才。这是素质教育的核心,也是大成智慧教育要求把理、工、文、艺结合起来的重要目的。

可见,钱学森对大成智慧学硕士的具体要求体现了大成智慧教育的丰富内涵。"①熟悉科学技术的体系,熟悉马克思主义哲学;②理、工、文、艺结合,有智慧;③熟悉信息网络,善于用电子计算机处理知识。"这三点要求,或许可以这样理解,它是要求大成智慧学硕士在思维结构中应具备如下三个层次。

(1)知识层:它是由各种科学技术知识、信息、经验、感受(包括现代科学技术的体系结构及体系中已纳入和尚未纳入体系的知识与经验)等要素构成的,是思维结构中最重要、最基础的层次。离开了各种知识、信息、经验、感受等要素,也就无所谓思维。这些要素与从人-机结合的信息网络中检索出来的信息融通在一起,互相激发、碰撞、渗透、综合……是思维得以活跃与发展的前提和基础,是培育大成智慧的土壤。一般说来,知识层越深厚、越坚实、越丰富、越广阔,其思维的能力与品质就可能越高。

(2)情感层:它是由人们的价值观念、需要意识、精神、品德、意志、意向、情趣等等因素构成的,是思维结构中不可或缺的动力与调控层次。思维对象的选择、思维的动力、思维的效率与活力等,大体都受它们的影响与控制。钱学森认为,"科学就是追求真理。"伟大的科学精神、崇高的品德、高度的爱国热忱、集体主义和严格的组织纪律性,往往是认识世界和改造世界的无穷

---

① 《马克思恩格斯全集》第42卷,人民出版社,1979年版,第169页。

力量。而理、工、文、艺结合起来，既具备渊博的学识又能会通科学精神与人文精神，将会使人们迸发出巨大的热情和威力。

(3)智慧层：它是以知识层和情感层的整体融合为基础的，是由科学的世界观、人生观、方法论、思维方式以及现代科学技术体系观、人-机结合的学习方法、工作方法等基本要素相互促进、相互交融、有机地建构在一起的。是思维结构中最深刻、最复杂、最富于哲理的层次。这个层次的构筑要求主要是"把哲学和科学技术统一结合起来"，把科学与艺术结合起来[①]，把逻辑思维与形象思维结合起来[②]，把理论与实践结合起来，灵活有效地汲取、运用各种科学技术知识与经验。这样，才有可能真正集古今中外知识之大成，获得大成智慧与创造的灵感，有所开拓、有所创新。

11.7 大成智慧教育将是一场伟大的革命

钱学森要求采取多种教育方式，培养青年人具有大智、大德的思维结构和内涵，为青年人思想的奔放驰骋提供一个广阔而科学的天地。有了这样思想文化基础的学生，适应能力很强，进入任何一个专业工作都可以，改行也毫无困难，处处可以乘风破浪，他们既是全才，又是专家，是全与专辩证统一的人才；也将是全面发展的一代帅才、将才，新世纪的主人、"新的人类"。

揭开智慧之谜是世界性的难题。如何培养有智慧、有创造性的人才，是当今世界关注的热点。多年来，钱学森一直主张逐步实行大成智慧教育，要理、工、文、艺相结合，使学生的德、智、体、美、劳五育齐发展。并强调利用高科技，特别是信息技术，促进教育制度、教育方法以至教学内容的改革，开展电化教育、网络教育，组成人-机结合的教育系统工程。让人们都能学得更多，学得更好，学得更轻松，学得更有效率。

他曾说："信息革命与前几次产业革命的一个不同之处似在于直接提高人的智能"[③]，后来他具体解释说："信息革命的主要影响在于，它把人脑记

① 详见钱学敏:《钱学森论科学与艺术》，北京大学现代科学与哲学研究中心编《钱学森与现代科学技术》，人民出版社，2001年12月版，第344-376页。

② 详见钱学敏:《钱学森关于思维科学体系的构想》，赵光武主编《思维科学研究》，中国人民大学出版社，1999年版，第85-104页。

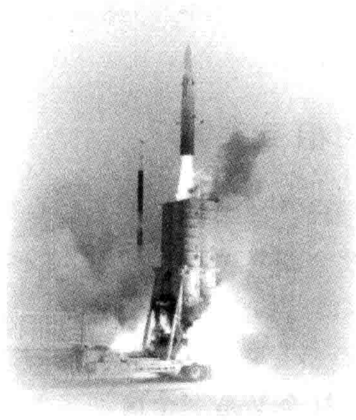
③ 钱学森于1996年5月12日给黄顺基的信。



忆大量观察到的事实这一繁重的工作中解放了。从前有个词，叫‘皓首穷经’，就是说要读一辈子的书，来学习前人的知识和经验。现在不必了，都在计算机中存着，只要你学会操作方法，去查就是了。怎么查？那就用我们过去说的科学技术体系，按这个体系去找。这一套东西有两个方面的启发：一是自古就有培养‘神童’的说法，但在怎么培养的问题上，各说各的，并没有找到一个有效的办法。今天有了信息革命这套东西，在培养‘神童’问题上就有了一个可操作的路线，这就是我说的大成智慧教育。二是生产的社会变化问题。从前人类的社会生产，体力劳动是主要的，脑力劳动所占比重较少，就是到资本主义社会也如此。信息革命带来的一个变化是，体力劳动会逐渐减少，而脑力劳动会逐渐增加，所占比重会超过体力劳动。即使从事体力劳动的人，也要有脑力劳动。所以，人类的劳动将重点从体力劳动转向脑力劳动。由于社会的发展、人民生活的改善，也能够提供这样的社会条件。由此可见，我们今天搞的这种大成智慧，不但是一门学问，而且是一场伟大的革命。”①

本文部分内容曾发表于：
《科技日报》2002 年 1 月 10 日
《新华文摘》2002 年第 4 期
《西安交通大学学报》(社科版)2005 年第 3 期
《光明日报》(光明讲坛)2008 年 10 月 16 日
《新华文摘》2008 年第 24 期

① 钱学森于 1996 年 10 月 30 日与王寿云等三人的谈话。



第12章 钱学森的"社会论"[1]

1985年,钱学森曾经提出开展马克思主义行为科学的研究,并构筑了马克思主义行为科学体系[2]。这里,行为科学是作为现代科学技术十大部门[3]之一提出来的。"社会论"(或称"行为哲学")是行为科学整个学科的哲学概括。

12.1 "社会论"是马克思主义哲学的组成部分

马克思主义哲学是指导人认识客观和主观世界及所从事的一切实践活动的理论,但马克思主义哲学本身也还要根据人通过实践不断加深对客观世界的认识而发展与深化。所以,马克思主义哲学要从全部现代科学技术的成果中吸取营养。

"社会论"是马克思主义行为科学的哲学概括,当然是马克思主义哲学的一个组成部分,或者说,是辩证唯物主义的基石之一。"社会论"与马克思主义行为科学的关系,犹如自然辩证法与自然科学技术的关系,"社会论"是行为科学到马克思主义哲学的桥梁,马克思主义哲学可以通过"社会论"这

① "社会论"一词后来改为"人学"。本文由钱学森与钱学敏共同撰写。

② 钱学森:《谈行为科学的体系》,《哲学研究》1985年第8期,第11-15页。

③ 现代科学技术十大部门是:自然科学、社会科学、数学科学、系统科学、思维科学、人体科学、文艺理论、军事科学、行为科学、地理科学(后增加为11大部门)。



架桥梁更直接地指导马克思主义行为科学的发展，促进社会的进步。同时，"社会论"的研究与建立也必将丰富与深化马克思主义哲学本身，这是探讨、研究"社会论"的理论意义和现实意义。

12.2 "社会论"着重于个人与社会的相互关系

"社会论"既不是以整个社会系统为研究对象的"社会学"，也不是只研究人本身的"人体科学"，而是着重研究个人与社会相互关系的科学。我们对于社会、个人以及个人与社会相互关系的基本观点如下。

人类社会是以共同的物质生产活动为基础而相互联系起来的人们的总体，是物质世界不可分割的有机组成部分。人类社会又是一个由许多要素组成的、具有复杂结构与层次的系统；社会中的人就有成万上亿，而且分男女、老少，各个民族、种族等；一个社会、一个国家又不是封闭的，是开放的。所以社会是开放的复杂巨系统，而且这个系统是迄今为止我们所认识到的最复杂的巨系统，因为社会中的人是有意识的，他的行为不是什么简单的"条件反射"，不是有输入就有相应的输出；人接受信息后要思考，作出判断再行动，而这个过程又受各种条件影响，是变化多端的。所以社会系统可以称之为开放的特殊复杂巨系统。

社会系统通过内在矛盾的不断解决而发展，并在自我调节的基础上发挥整体作用。社会系统的宏观结构是以人类的物质生产劳动为起点展开的，在劳动实践的基础上，形成生产力与生产关系、经济基础与上层建筑等各个方面的社会关系和矛盾，在社会系统内部它们相互制约、相互联系、相互抵牾、相互促进；随着时间的演变，社会也随之由低级到高级、由简单到复杂地发展变化。从社会形态上看，大致有原始社会、奴隶社会、封建社会、资本主义社会，以及按照马克思主义所揭示的规律，最终将进入共产主义社会（在进入共产主义社会之前，有一个很长的过渡阶段，这个阶段称为社会主义社会）。由此构成人类社会的发展史，这是不以人的意志为转移的客观历史进程。

个人是社会的人、是社会组织的单体，社会是由人组织起来的系统，是人的集体，包括人们集体创造的东西。人的社会行为动机主要是由人的本

质决定的，而不是简单地由人体系统中细胞的遗传因子结构所决定。因此，国外那些“遗传工程论”者的理论是荒谬的。妄图以“社会生物学”这种20世纪初期行为心理学派的理论来否定“社会论”的研究也是十分可笑的。不可否认，人有饮食男女的本性，但这只是与动物相差无几的本能，人区别于动物最根本、最重要的本质是：人是社会关系的总和。人在社会系统中，使用一定的工具，参加生产劳动或其他劳动，在人与人之间必定结成一定的生产关系、政治关系、思想文化关系等等，这些错综复杂的社会关系综合起来，作用于人，铸就了人的本质。正如马克思所说：“人的本质并不是单个人所固有的抽象物。在其现实性上，它是一切社会关系的总和。”①正是人的这种本质，决定着、影响着个人的心理、思想与行为。

人的本质与社会的发展变化密切相关，社会关系从古至今不断发展变化，人的本质也不断提高与完善。“社会论”就是要研究个人心理、个人意识、个人思想，以及受其支配的个人行为与社会发展的矛盾运动的辩证关系。社会系统作用于个人，个人又反过来作为一分子作用于社会，构成由单体到集体，由集体到单体的社会行为系统。同时，社会和个人的相互作用、相互联系是以二者的利益关系为基础的，因而，阐明社会系统中个人与社会集体的利益冲突到矛盾统一，是“社会论”的重要任务。或者说，作为马克思主义哲学的基础科学之一——“社会论”要指明：个人与社会——先是个人与家庭，然后个人与集体，最后个人与国家，以至世界——既有协同的一面，又有矛盾的一面，符合辩证关系与发展规律。

12.3 “社会论”要观察社会调控与社会发展的关系

我们不是机械唯物论者，也不是唯心主义者，而是辩证唯物论者。我们不是只消极地反映客观世界，而是要在老老实实深入研究客观世界发展规律的基础上，能动地去改造客观世界。认识与掌握个人与社会矛盾发展的规律，就是为了能够及时预见广大人民群众的行为在社会经济、政治、文化发展条件下，会发生什么变化，科学地进行调节与控制，予以正确的引导，使人们的行为更富有成效。例如，当我们认识到个人心理、个人思想、个人行

① 《马克思恩格斯选集》第1卷，第18页。



为要落后于社会发展时，我们就主动地采取各种措施，提高人民的觉悟，振奋人们的精神，促使差距缩小，而且在矛盾产生时，尽量限制其不良后果，使矛盾得到合理解决，促使社会不断完善与前进，达到理想的社会境界。这是"社会论"研究个人行为与社会发展之间矛盾运动规律的根本目的与核心思想。

社会的自我调节与控制是社会运行与发展的需要，是社会内部固有的属性。从人类社会发展的历史上看，不同社会形态中的社会关系、社会生活都有一定的组织和结构，尽管社会调控的作用强弱、特点、范围不尽相同，但它确实是人们在社会关系、社会生活中自然形成的属性。因而，反映这种社会结构和社会组织要求的社会行为规范也是社会本身业已形成的客观要求，马克思曾说："这种规则和秩序，正好是一种生产方式的社会固定的形式，因而它是相对地摆脱了单纯偶然性和单纯任意性的形式。"[①]所以，社会行为规范体系（如：道德准则、法律规范、宗教戒律等）往往成为社会自我调整与控制的必要措施。社会生活中的各种关系通过社会行为规范的调节与控制，确定个人与社会应有的关系与行为活动。"社会论"也要研究社会调节控制与社会发展的辩证关系。

12.4　要害在于阐明道德与法的辩证统一

道德与法都是调整人们相互关系、个人与社会关系的社会行为规范，它们是密切相关、不可分割、互相统一的，然而，它们又具有不同的规定性，是统治阶级进行统治不可缺少的两种手段。其主要区别如下。

首先，道德与法产生的时间和存在的历史阶段不同。道德观念与习俗早在原始社会既已产生。原始社会生产力十分低下，人们必须群居一处，结成集体，共同劳动才能战胜恶劣的自然环境的侵袭，而且获得的食物必须平均分配，才能勉强生存。人们无私耕私织，共饥其饥，共寒其寒。在这种物质生活关系中，人们除了本能的行为活动外，逐渐形成一些个人服从和维护氏族、部落集体利益的道德习俗。同时，由于原始人对大自然的恐惧与对梦境的无知，往往对道德习俗怀有一种视为图腾而崇拜的神秘心理。直到奴

---

① 《马克思恩格斯全集》第25卷，第894页。

隶社会，出现了私有制和商品交换，形成了奴隶主和奴隶的尖锐斗争，在这种阶级斗争不可调和的时候，才产生了国家以及国家制定的强制性的社会行为规范——法律。可见，在人类历史上，道德先于法律而出现。恩格斯曾指出："在社会发展某个很早的阶段，产生了这样的一种需要：把每天重复着的生产、分配和交换产品的行为用一个共同规则概括起来，设法使个人服从生产和交换的一般条件。这个规则首先表现为习惯，后来便成了法律。"[①] 阶级意义上的法是阶级社会特有的社会规范，随着阶级和国家的消亡，法律将不复存在，而道德在未来的共产主义社会中仍将存在，是人类社会各种社会形态中普遍存在的社会意识和行为准则。

其次，道德与法的表现形式与实施力量不同。道德，是人们在处理个人与个人、个人与社会相互关系中，逐渐形成的各种习俗、观念和行为规范，大多不具有十分准确的具体表现形式。主要是通过人们内心的信念、模范的形象、公共舆论、宣传教育、传统习惯、社会风尚等方式保证道德规范在社会调控中的作用。法律，则是由国家制定和认可的特殊行为规范，具有准确、确定的性质和表现形式，如法律、法令等规范性文件，主要依靠国家强制力保证其实施，它以一系列强制机构：警察、监狱、法庭等为后盾，对违法者采取国家强制措施，以达到调节控制人们的行为，维持社会的运行与秩序的目的。

再次，道德与法调控的范围不完全一致。一般说来，道德协调的范围比法律调控的范围广阔得多，绝大部分社会关系既需要道德也需要法律来共同进行调整，但也有相当普遍而平凡的人际关系，不需要或不适宜用法律去调整，如友谊关系、恋爱关系，以及其他一些人民内部矛盾或尚未采取激化形式的敌我矛盾。法律所涉及的范围较小，只是那些从统治阶级的观点看来，最为重要的、最根本的、要求有国家的评价和保证的社会关系，如某种职权的划分、公民的基本权利和义务的调整，以及尖锐的敌我矛盾或人民内部矛盾已转化为公开冲突的敌我矛盾以后，法律调节才是必要的。但是道德与法律调控范围的划分是相对的，很难固定，不同时期，不同的政治形势、经济状况、社会心态、文明程度，其社会调控的界限与范围也将不同。

---

① 《马克思恩格斯选集》第2卷，第538－539页。

以上是道德与法相互区别的方面，它显示了道德与法作为社会调控系统中两个组成部分，各自独具的特征。然而，道德与法还具有相互联系、相互渗透、相辅相成、相互促进、相互统一的方面。这十分明显，因而也是更为重要的方面。如果说，马克思主义行为科学的特点是：德育与法治的统一观，那么，作为马克思主义行为科学的哲学概括——"社会论"的根本任务就在于阐明道德与法辩证统一的关系。道德与法的统一性主要有以下几方面。

首先，在阶级社会里，一定历史时期的法律与统治阶级的道德产生的社会历史前提是一致的。归根到底都是由当时社会经济状况、共同的物质生产方式决定的。因此，往往具有共同的阶级本质，反映统治阶级的意志并服务于统治阶级的利益。如奴隶社会的法与道德以维护奴隶主对土地和奴隶的绝对占有为基本原则；封建社会的法与道德以维护封建土地所有制、封建等级关系和剥削关系为基本原则；资本主义社会的法与道德以维护资本主义的雇佣劳动制、资本主义私有制、自由贸易等为基本原则；社会主义社会的初级阶段道德与法代表以工人阶级为领导的广大人民群众的共同意志和利益，因而以维护社会主义制度，对抗敌对势力的颠覆破坏，保障逐步实现工业、农业、国防和科学技术的现代化为基本原则；它不仅具有鲜明的无产阶级阶级性，也具有广泛的人民性，最有可能做到科学性与正义性的统一，强制性与自觉性的统一。

其次，法律与统治阶级的道德在内容上是相互吸收、相互渗透的。法律不仅体现统治阶级道德规范的精神，而且往往直接从某些道德规范中汲取、确定为法律的内容，使道德规范具有法律效力。例如，我国封建社会有忠、孝、节、义、"三纲"、"五常"等用以调节君臣、父子、上下、尊卑的宗法等级关系的道德规范。同时又把它提升为维护这种关系的法律内容："十恶不赦"、"腹诽罪"、"文字狱"等等。法律道德化，道德法律化。甚至宣扬"政教合一"，给法律、道德披上宗教的外衣，并赋予宗教戒律以法律效力，这就借助神灵，迫使人们服从地上的王权，以及为其服务的道德与法。又如资产阶级拜金主义、利己主义的道德原则，被纳入资本主义法律规范中就是维护资本特权的原则。可见，道德、法律，以至宗教，其内容往往相互渗透、相互转化、融为一体。

再次，法律与统治阶级的道德作为社会调控系统，在实施过程中，由于借助的力量与作用的范围不尽相同，但目的一致，因而往往相辅相成，互相促进，共同服务于统治阶级利益。道德与法作为社会行为规范，它们都有调整、控制、指引、评价人们行为的作用，使人们按照预定的目标选择自己的社会行为，处理个人与社会的关系。法律常常借助道德评价、道德舆论实现其法律的调控作用，而道德也时时依靠法律的认可和支持达到其疏导个人与社会关系的目的。法律调节不可及或不便及的，便以道德调节予以解决和补充，而道德功能无力所及的，可以法律规范予以补充和裁决。“夫礼者禁于将然之前，而法者禁于已然之后。”[①]普及法律教育有利于培养人们的道德意识，自觉地按照道德规范行动；重视经常的伦理道德教育，也有利于人们理解和树立法制观念，自觉地遵纪守法，使法律规范更好地发挥社会调控作用。这是道德与法在社会调控机制上的统一性。

认识道德与法的辩证统一性，对我国社会主义建设具有重要意义。改革开放以来，在相当一段时期内，我们重视了社会主义物质文明建设，但忽视了社会主义精神文明建设，“一手硬，一手软”，特别是社会主义法制建设更没有跟上。精神不文明，封建主义、资本主义的腐朽思想沉渣泛起，必然干扰政策的实施，甚至造成决策的失误。我们在汲取这一深刻教训之际，抓思想建设，进行社会主义伦理道德教育是正确的、必要的，但也要同时下大力气抓社会主义民主与法制建设，由“人治”过渡到“法治”。真正做到：“政治上，充分发扬人民民主，保证全体人民真正享有通过各种有效形式管理国家、特别是管理基层地方政权和各项企业事业的权力，享有各项公民权力，健全革命法律，正确处理人民内部矛盾，打击一切敌对力量和犯罪活动，调动人民群众的积极性，巩固和发展安定团结、生动活泼的政治局面。”[②]

12.5 真正掌握了马克思主义的人是最高尚的人

综上所述，马克思主义行为科学的哲学概括——“社会论”是研究在开放的特殊复杂的社会系统中，个人与社会以及社会控制与社会发展的辩证

① 《贾谊集》，上海人民出版社 1976 年版，第 195 页。

② 《邓小平文选(1975—1982 年)》，第 282 页。



关系及其规律的科学。认清个人与社会的辩证关系，便于理解社会调控与社会发展的关系，而把握社会调控与社会发展的辩证关系，也就能更好地运用行为科学指导人们的社会行动，使之与社会发展目标协调一致，促进社会的发展与完善，这两个方面是密不可分的，相互统一的。

人的一切活动固然要受到客观世界（自然界、人类社会）种种条件的影响、制约，因而必须遵守一定的社会行为规范，才不至于到处碰壁。但是，人与动物不同，人是有意识、有思维、有能动性的主体，人的社会行为不是对周围环境简单的刺激反应或消极适应，而是受主观意识支配的，是主观见之于客观的过程。也就是说，人的行为活动——实践，是体现人的主观能动性的过程。如何才能发挥人的主观能动性，我国几千年来，从孔夫子到孙中山，在知行先后、知行分合等问题上一直争论不休，虽然也有不少唯物主义哲学家提出过行先知后，由行致知的观点，但由于他们所谓的“行”，大多囿于道德行为（德行）或日常“应事接物”等，主要不是指生产的、“革命的”、“实践批判的”行为活动①，因而往往带有消极直观的性质，不能正确理解作为“实践”的社会行为活动，因而也不能真正说明如何才能正确发挥人的主观能动性，这是旧唯物主义的局限性。

众所周知，我国老一辈无产阶级革命家集体智慧的结晶——毛泽东思想，把马克思主义普遍原理与中国革命具体实践相结合，汲取中国传统文化的精华，提出了辩证唯物论的知行统一观，强调只有尊重客观条件，尊重客观规律，才能正确发挥自觉能动性。毛泽东把人类活动的一切领域叫作“舞台”，没有客观条件这个“舞台”，人们就无法演出“威武雄壮的活剧”来。当人们正确认识、掌握了客观条件、客观规律，就可以基于情况审时度势，利用条件、创造条件，改造世界，施展人的能动性。在社会主义建设中，就是要认认真真地调查研究我国的国情：自然条件、经济状况、政治状况、思想文化、国际形势等等，实事求是地、科学地加强并不断完善社会调控系统，提高经济效益，提高工作效率，提高人们的科学文化素养，把高度的科学性、革命性、纪律性有机地统一起来，让如同异己力量一直统治着我们自己的社会行动规律，逐渐被人们熟练地运用起来，处于自己的控制之下，并能自觉地按

---

① 《马克思恩格斯选集》第1卷，第16页。

照预期的目的创造自己的历史，实现人类从必然王国进入自由王国的飞跃。看不到人的自觉的能动性，过分看重客观规律的控制作用，也是一种偏见。我们的目的是要真正实现中国古代哲人的理想，每个人都有一种与天地自然为一体的恢宏博大胸怀，进入共产主义。

总之，“社会论”的研究必须以马克思主义哲学——辩证唯物主义，特别是系统论观点为指导思想，对个人、社会、社会调控诸系统进行全面深刻的探讨。中国的社会主义建设是中国共产党领导的，需要不断完善社会主义民主和社会主义法制，在推进社会主义物质文明建设的同时，要加强精神文明建设，培养有理想、有道德、有文化、有纪律的社会主义公民，提高整个中华民族的思想道德素质和科学文化素质。团结全国各族人民投身到振兴中华的伟大事业中来！

我们还应看到，国际上的反动势力正在兴风作浪，千方百计促使社会主义国家“和平演变”。国内敌对分子也时时与之遥相呼应，干扰破坏我们的社会主义建设，企图改变社会主义的航向。因此，凡是直接要与国内外阶级敌人和敌对分子作斗争的部门，都必须在中国共产党的直接领导下，实行政治委员制，要像现在的中国人民解放军和武装警察部队一样，公安干警和司法干警也应该如此，以保证祖国的锦绣河山不受侵犯，保卫社会主义现代化建设胜利实现！

本文曾发表于：
《哲学研究》1991年第11期
本文曾获北京行为科学学会优秀论文一等奖（1993年12月28日）





第13章 钱学森论地理系统和社会系统

茫茫宇宙，群星辉映，在地球这颗行星上，究竟从什么时候开始出现了人和人类社会？目前尚无定论。但是，可以肯定，人之初，单个人难以抵御自然灾害和猛兽的侵袭，无法生存和繁衍。于是，逐渐形成以物质生产活动为基础的、以血缘或种族关系为纽带的生活共同体，相互支持、相互依存、相互联系在一起，构成人类社会。

几千年来，人类社会虽曲折多变、兴衰不定，但是，随着世界人口的增加、经济的发展、科技的进步、文明的提高，人类社会总的发展趋势是从低级渐渐走向高级，从缓进到越来越加速，从简单日益变得复杂。今天的人类社会已成为开放的特殊复杂的巨系统。

社会这个复杂巨系统是开放的，除了对世界各国、世界市场开放以外，还对地理环境开放。社会系统与地理环境之间是互相关联、互相制约、互相作用，紧密联系在一起的。社会主义物质文明、政治文明和精神文明建设离不开地理建设，地理建设是三个文明建设持续、稳定、协调发展的必要基础。社会系统从整体上看，应该包括它所赖以生存和发展的地理系统。

13.1 地理系统的演化与层次结构

在地理系统中与人类的生活、社会的发展息息相关的主要是地球表层，地球表层往外的部分和地球表层更深的部分就是地球表层的环境，人们在

改造和利用地球表层的各种物质、能量与资源的同时“必须关心长远的环境问题和资源永续”[1]，否则地球表层生态环境退化了，人类难以生存、社会难以稳定、世界难以和谐。这是钱学森多年来的殷忧，也是他极力倡导研究地理系统特别是地球表层系统，倡导建立现代的地理科学，搞好地理建设的初衷和目的。

地球表层是一个开放的复杂巨系统，它的空间范围层次结构和时间变化的特点大致如下。

地球表层的空间范围“上至大气对流层顶层（在极地上空约 8 公里，赤道上空约 17 公里，平均约 10 公里），下至岩石圈的上部（陆地上约深 5—6 公里，海洋下平均深 4 公里）。”[2]

地球表层的演化有很长的发展历史，人们把 40 亿年以来的时期称作地球的地质时期，这个时期放射性热能生成率很高，地球内部热能大量聚积致使地球物质熔融，喷溢出大量的岩浆、气体和水蒸气，形成岩石圈、大气圈和水圈。

大约 30 亿年前，在海洋中广泛分布的有机化合物逐渐合成并涌现了生命，增加了太阳能在地球表层的存储，改变了地球表层的组成与结构，逐渐形成生物圈，这是地球表层发展史上的一次飞跃。

距今 4 亿年前，一些生物从海洋发展到陆地，进入充分接受太阳辐射能的广阔天地，绿色植物也在地球表面形成覆盖层，生物种类和数量迅速大幅度增加，更多地吸收和固定了太阳辐射能，形成地球表层的土壤圈。

2～3 百万年前人类的出现是地球表层发展史上的重大飞跃。由于人类是以组成社会的方式进行生产和消费，因此大范围地改变着地球上的物质、能量的输出、输入以及流通和转化，特别是由于科学技术的发展和生产力的提高，人类的活动极大地改变了地球表层的面貌，因此地球表层与人类的生活、社会的发展紧密联系在一起，相互制约、相互作用。

地球表层作为一个开放的复杂巨系统，它的发展变化与地球深层的地质运动不同，地质运动多为自然的，人为的因素少，例如板块运动、冰川运

① 钱学森等著：《论地理科学》，浙江教育出版社 1994 年 9 月版，第 33 页。

② 钱学森等著：《论地理科学》，浙江教育出版社 1994 年 9 月版，第 26 页。



动、造山运动等,变化很慢,几乎可以用“亿年”计,时间尺度很长。

而地球表层系统,因为有人的社会行为时时参与其中,它和人类的日常生活、社会经济发展密切联系在一起,所以变化很快,大约几十年、十几年,甚至更短暂的时间就改变了面貌或出现了严重的生态危机,时间尺度很短,这是地球表层这个开放复杂巨系统演变的特点。

13.2 地理系统的开放性与复杂性

地理系统的开放性与复杂性着重是指地球表层这个巨系统的开放性与复杂性。为什么说它是开放的而不是封闭的呢? 钱学森曾这样解释:“因为地球表层同它以外的地方有物质和能量的交换:从输入到地球表层的方面来说,有太阳辐射能,大到 1.73×10^{17} 瓦的功率;还有潮汐能 3.5×10^{13} 瓦;地壳深处也向地球表层输送热岩浆;地球表层也接受来自天上的各种粒子流,如宇宙线,以及电磁波,还有流星、陨石等等。”①

“另一方面,地球表层也有输出,最大的一项就是同太阳辐射能大致相等的红外辐射,散发到宇宙空间;还有少量的质轻的气体分子散溢到上层大气,以至空间;在地壳板块边缘处,也会有岩层离开地球表层斜插入深处;现在人们还把人造卫星、飞船送入太空;等等。对地球表层来说,进来的东西不等于出去的东西,在地球表层内部变化了,所以地球表层是开放的。”②

地球表层的开放性还表现在它对人类社会这个开放的特别复杂的巨系统开放,人类的社会系统时刻从地球表层系统吸纳、攫取各种物质、能量如水分、空气、动物、植物、矿物等等,绝大部分经过加工、处理、转换后,满足人类自身和社会发展的需要。同时,人类自身和社会也向地球表层输出大量废弃物质和能量,有可能损坏和污染地理系统,主要是地球表层的生态环境。

今天,由于世界人口的激增、生产的飞速发展、能源的争夺以及局部战争的出现等等,地球表层的生态环境已遭到灾难性破坏,例如:水土流失、土地沙漠化、气候异常、能源近于枯竭、空气和水被严重污染、无数生物物种已

---

① 钱学森等著:《论地理科学》,浙江教育出版社 1994 年 9 月版,第 26-27 页。

② 钱学森等著:《论地理科学》,浙江教育出版社 1994 年 9 月版,第 27 页。

迅速从地球上消失或濒临灭绝，而我们的地球只有一个。所以，地球表层这个开放的复杂巨系统与人类社会这个更为复杂而开放的巨系统之间的相互作用、相互制约，是值得我们认真研究与思考的现实问题，也是防微杜渐、惠及子孙万代的深远问题。

13.3 地理科学是一门新兴的学科

有没有办法组织管理好社会主义地理建设呢？回答是肯定的。这里重要的问题是冲破传统的地理学概念，建立起新的现代地理科学。运用系统科学和系统工程特别是开放的复杂巨系统的观念和方法，遵循科学的规律去指导人们的社会行为，全面研究人居环境，合理进行整治与开发。

我国现代著名科学家竺可桢教授对地理科学作出了重要贡献。他在我国开拓了地理学、气象学、科学史、自然资源综合考察等许多领域。早在20世纪20年代，他对地理学研究就提出了“组织各种地理上要素成为系统，以人类为前提，而使之贯成一气”。到了20世纪60年代，他又明确提出“地理学是研究地理环境的形成、发展与区域分异以及生产布局的科学，它具有鲜明的地域性与综合性的特点，同时具有明显的实践作用，与国民经济建设的各个部门有着极其密切的关系”。这些科学见解，早已超过了传统地理学的概念。

竺可桢教授的观点给予钱学森重要启发，地理学家的许多工作也使他学到不少东西。20世纪80年代以来，钱学森一直为保护环境、建设地理科学殚精竭虑，奔走呼吁。这一点，从他与几位专家合著的《论地理科学》一书中，可见一斑。

钱学森强调地理科学与地理学的主要区别是：以往的地理学侧重自然地理，偏于自然科学，而“地理科学是自然科学与社会科学的汇合，或叫交叉”。地球是人类活动的物质基础，但最终决定这个活动结果的，还是社会因素。“地理科学应研究这类既涉及自然过程，又涉及社会过程的宏观规律和综合规律”。地理科学是从地球表层与人类社会、宇宙天体、人类本身等各种复杂巨系统的相互交错、相互制约、相互促进的过程中，研究整个客观世界，特别是人类社会协调、持续发展的规律，是所谓生态科学的扩充。



人类对地球的探索、开发和利用的研究，虽然由来已久，并形成了不同学科，如地理学、地质学、海洋学、气象学等，但这些学科都是针对地球某一部分，从不同角度分门别类进行研究的。随着这些学科日益深入的发展，人们越来越感到孤立地研究某一部分有局限性。例如，大气科学的发展，使人们认识到海气相互作用、陆气相互作用、气体的化学变化等，都对大气运动有重要影响。

近些年来，我国科学界已经认识到研究地球不能只限于地球本身，还必须和天文、生物科学联系起来，所以提出了天、地、生三方面综合研究。后来又认识到还必须把人加进来，提出了天、地、生、人系统概念。形成这种共识，是现代地理科学建设的认识基础。

钱学森明确提出，地理科学同自然科学、社会科学、系统科学一样，是一门现代科学技术部门。这意味着地理科学有一个体系结构，它可以划分成三个层次。

(1)最实用的是工程技术层次。有关环境保护、城市规划、水资源开发与利用、气象预报、地震预报、地区发展战略等，都属于这个层次。它们就是地理科学在直接改造客观世界方面的学问，是带有工程技术性质的、干实活的学问。

(2)地理科学在较高一个层次上，即带有理论性的层次上，是技术科学，这是为把地理科学基础理论应用到工程技术层次作准备的中间层次。数量地理学、生态经济学、环境科学、国土经济学、城市学等，都属于这个层次。这些是用来指导工程技术层次的学问。

(3)最高一个层次是地理科学的基础科学层次。地球表层学等属于这个层次，就是把人在地球上进行活动的那个区域(上至大气同温层，下至地壳)，与人类社会的建设、发展，作为一个整体进行系统的研究。

总之，地理科学是在辩证唯物论的科学观、系统观指导下建立起来的，是具有基础科学、技术科学、工程技术三个层次的一门新兴学科，是国家以至各区域、各省市进行科学的战略部署和中长期规划，有效地开展社会主义建设的科学。

如何掌握地理科学来更好地进行社会主义建设呢？这里关键的问题在于树立系统的理念。地理环境是一个人与自然相互密切关联的系统，即地

理系统。而且如前所述，这个系统是开放的，不是封闭的，它与系统之外有联系，有能量、物质、信息等的交换；它又是巨系统，子系统上亿、上万亿、上亿亿；它是复杂的巨系统，子系统种类非常之多，如人、种类繁多的动物和植物、山山水水以及地下各种矿产等等。因而这个开放的复杂巨系统内部层次、结构多变，其中一些层次、结构有时我们很难分清、确定和把握它。

例如：长江中上游防护林建设问题涉及面就非常广，水利、农业、财政、商业、国土、环保、能源，以及铁路、交通等部门都涉及到了。这是一个层次复杂多变，内部关系非常错综复杂的系统，不能孤立地交由哪一个部门去解决，必须运用地理科学和地理系统的观念，把这一切如实地视为开放的复杂巨系统，采取先进的科学技术，人-机结合的工作体系，运用从定性到定量综合集成法即大成智慧工程，集思广益，才能比较全面而合理地解决社会主义地理建设中的这些具体问题。

13.4 社会系统三侧面的结构与功能

社会系统的整体状态即所谓“社会形态”，一般是指建立在一定生产力水平之上的社会经济基础与社会上层建筑的统一，这种统一是具体的、历史的、复杂的。

面对20世纪国际、国内风云变幻和社会发展中新的复杂情况，钱学森提出社会形态三侧面之说，更全面、更明确地揭示出当代社会系统的复杂结构与功能。19世纪中叶，马克思在研究整个资本主义社会形态时，提出了“经济的社会形态”(Ökonomische Gesellschaftsformation，旧译为“社会经济形态”)这个侧面，表述人类在一定历史发展阶段上的社会经济基础，即一定社会生产关系的总和，或称生产方式。马克思从一切社会关系中分离出生产关系，并把它当作决定其余一切关系的基本的、原始的关系，从而找出区分不同社会形态的客观标准，为唯物史观奠定了基石。受这一思想的启发，钱学森不仅结合当代科学技术飞速发展的事实，阐述了“经济的社会形态”的内涵，而且提出了“政治的社会形态”(Politische Gesellschaftsformation)侧面和“意识的社会形态”(Ideologishe Gesellschaftsformation)侧面，作为一个完整的社会系统的最基本的组成部分。也就是说，一定的社会形



态是其经济的社会形态、政治的社会形态、意识的社会形态三个侧面有机统一的体系。

经济的社会形态是指社会经济制度，主要是社会生产方式，包括生产、分配、交换、消费的方式，经济体制和社会经济关系。政治的社会形态是指社会政治制度，主要是国家政权的性质、形态，包括政党制度、管理体制、军事体制、人事制度、法律制度和社会政治关系等。意识的社会形态是指社会思想文化体系，主要是哲学、宗教、伦理道德观念和教育、科学、文学、艺术等。

社会形态的三个侧面是互相联系、互相制约、相互作用的，许多方面是相互交错在一起的，从而组成为一个社会的有机整体，即社会系统。其中经济的社会形态是基础，它决定了政治的社会形态和意识的社会形态。意识的社会形态是社会上层建筑中最活跃、最生动的部分，它不仅要受社会经济基础的制约，而且要受政治制度的制约。经济对意识社会形态的影响，常常要通过政治关系的中介起作用，对意识形态影响最大且最直接的往往是政治、法律、道德等因素。同时意识的社会形态对政治的社会形态、经济的社会形态又有相对的独立性和能动的反作用。

从社会系统观来看，社会形态的三个侧面——经济的社会形态、政治的社会形态、意识的社会形态，也是三个领域的社会系统，即经济社会系统、政治社会系统、意识社会系统。

13.5　社会系统发展的根本动因

经济社会系统、政治社会系统、意识社会系统，这三个系统之间的关系是辩证的，它们紧密交织在一起，并且与外部世界、与地理环境时刻有着物质、能量、信息的交换和人与人之间思想、意识、文化的交往，具有开放性。整个社会系统三个侧面，以及与外部地理环境协调发展，是社会持续、稳定发展的动因，其中经济社会系统归根结底是整个社会系统发展的基础和根本动因。

人类社会这个开放的特殊复杂巨系统是由一代一代成万上亿的人为主体构成的。人不仅能劳动，而且有思想，有意识，有学习能力。人可通过学

习获取前人的、他人的、书本上的、实践中亲自总结出的各种科学技术知识与经验，并能有所创新，体现出人区别于动物的认识世界和改造世界的主观能动性。几千年来，由人的思维与智慧创造出来的人化自然、物质设备、劳动条件，以至当今的高科技、灵境技术、计算机互联网络等，与掌握了科学技术的劳动者结合起来，构成统一的人-机劳动体系，是生产力诸因素中最积极、最活跃、最具生命力的因素，是社会经济发展的主要动因。

纵观世界历史发展，特别是现代有些发达国家迅速崛起的历程，可以看出在有阶级的社会里，阶级斗争固然可以推动政治、文化的变革，以至整个社会系统的发展。但是，一定社会的阶级关系与阶级斗争，说到底还是与当时社会的生产水平、科技发展状况以及产业革命联系在一起的。凡是阻碍生产力发展、不利于科技进步的阶级势力、政治体制、文化观念，对于社会是反动的力量，必然要改革或废除；凡是代表先进生产力发展、有利于科技进步、人民利益的阶级力量和体制、观念对于社会是革命的力量，必然要依靠和加强。因此，阶级斗争推动社会发展的历史作用固然不可忽视，但更应深入一个层次，看到科学技术的进步与革命对人类社会发展日益起着极为深刻、强大、持久的推动作用。在当今的信息时代，科学技术（包括社会科学、组织管理），特别是高科技，已成为凝结在生产过程中提高社会生产力，推动社会飞速发展的决定性力量。

钱学森提出："马克思主义哲学认为，客观世界是不以人的意志为转移而存在的，人首先要认识客观世界，才能进而改造客观世界。从这一基本观点出发，认识客观世界的学问就是科学，包括自然科学、社会科学等等。"改造客观世界的学问是技术。生产力包括科学技术，"科学技术是第一生产力"，不重视教育，不重视科学技术和人的文化素质的培养，就不可能有什么生产效率，不可能成为社会发展的动力。钱学森还提出，科学革命是人类认识客观世界的飞跃，技术革命是人类在改造客观世界的斗争中技术上的飞跃。而科学革命、技术革命又会引起经济基础的飞跃（全社会整个物质资料生产体系的变革），这就是产业革命。产业革命所引起的上层建筑和思想意识、文化领域的飞跃，便是政治革命和文化革命。

他依据唯物辩证的历史观和科学观对人类历史上自古及今依次出现的产业革命进行了历史分期，强调了科学技术革命是社会系统发展的根本动

因,科学技术是推动各国社会系统发展变化以至改变整个世界社会形态的主导力量。

13.6 我国社会主义建设的系统结构

我国社会主义建设作为一个社会系统来看,包括以下四大领域:

(1)政治社会系统——社会主义政治文明建设。

(2)经济社会系统——社会主义物质文明建设。

(3)意识社会系统——社会主义精神文明建设。

(4)地理系统——社会主义地理建设。

13.6.1 关于社会主义政治文明建设

社会主义政治文明建设有三个部分:一是民主建设。这是非常重要的。我们党一贯坚持民主集中制,提倡走群众路线,征求群众意见,在群众的实践和意见基础上,制订国家的方针政策。这种走群众路线的民主建设,还有许多需要进一步完善和改进的地方。二是社会主义的体制建设。随着社会主义建设事业的发展,原来的政体结构就不适应了。当前党和国家正在讨论如何根据“政企分开”的原则,改变中央各部门设置,如何搞好中央和地方的分工,地方各级之间又如何调整结构等等,这都是属于体制建设的问题。三是社会主义的法制建设。

13.6.2 关于社会主义物质文明建设

经济建设是物质文明建设中的一个非常重要的中心任务。全国各项工作都要以经济建设为中心,一切都要服从于这个中心!但是,除了经济建设之外,还有没有其他方面的物质文明建设呢?钱学森认为是有的,这就是人民体质建设。因为所有的工作都需要人去做,所以人民的体质是一个非常重要的方面。毛泽东同志早在1952年就为中华全国体育总会成立大会作了题词:“发展体育运动,增强人民体质。”后来又有对卫生部的工作指示:“讲究卫生,减少疾病,提高健康水平。”这都是讲要重视人民的体质。这在我国的社会主义事业中,是很重要的。但这方面问题很多,有许多问题还没

有得到解决。其实现代科学在如何提高人的体质方面，已经有了许多发展，不仅有治病的第一医学，还有防病、保健的第二医学，再造人体器官，解决人的部分器官失去功能的第三医学和提高功能的第四医学等等。随着老年人口的增加，医疗卫生事业就显得更加重要了。

在人民体质建设中，除医疗卫生事业外，控制人口增长的工作也非常重要。还有人民的饮食问题，这方面，国家要逐步改进人民的食品营养结构及发展我国的食品工业。所以，物质文明建设应该包括两个方面，即经济建设和人民体质建设。

13.6.3 关于社会主义精神文明建设

社会主义精神文明建设包括思想建设和文化建设。从目前的情况看，思想建设还需加强，这在《国民经济和社会发展"九五"计划和2010年远景目标纲要》中已明确提出，不再赘述。改革开放以来，国外各种思潮与文化大量涌入，国内各种体制正在快速地转变与改革，加之市场经济陡然而起，在这社会大变革的时期，人们的思想、观念、行为、品德均受到猛烈的冲击、严峻的考验，需要尽快跟上时代的步伐。这就把精神文明建设，特别是政治思想建设推到了更加突出的地位。

精神文明建设的另一个方面是文化建设，大致包括：教育事业，科学技术事业，文学艺术事业，建筑园林事业，新闻出版事业，广播电视事业，图书馆、博物馆、科技馆事业，体育事业，美食事业，花鸟虫鱼事业，旅游事业，群众团体事业，宗教事业，文物保护与收藏事业等。

这里要稍加说明的是，饮食也是一种文化，在中国的历史传统中，饮食文化是有丰富内容的。随着对外开放的进一步发展，饮食文化应该引起我们更大的重视，所以钱学森提出将美食事业作为我国社会主义建设的一个部分。花鸟虫鱼事业也是中国固有的文化。

关于群众团体事业，不是指工、青、妇，那是党直接领导的团体，这里是指其他群众团体，如中国科学技术协会、中国音乐家协会、中国记者协会等。最后一项是宗教事业，宗教在我们国家恐怕还要存在相当一段时间，做好宗教工作是很重要的，而宗教是思想文化的一部分。

13.6.4 关于社会主义地理建设

地理是社会存在的环境，地理建设可以分为两个方面，一是环境保护和生态建设，这基本上指的是自然环境。对这个问题的重要性，我们要有新的认识。到了20世纪的今天，人类已经认识到，过去我们发展生产，不注意环境的保护，造成了严重的后果，这是十分错误的。我们在搞经济建设、发展生产的同时，要注意环境保护和生态建设问题。

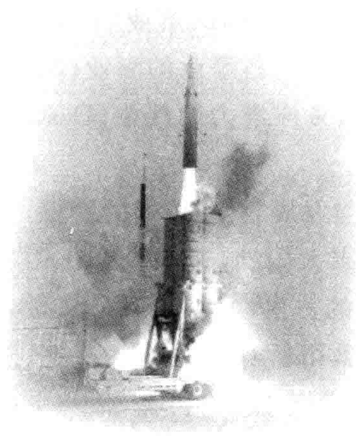
地理建设的另一个侧面是基础设施的建设，这也是很重要的。因为人不仅要利用客观的自然环境，还要建设客观环境。只有这样，人们才能在世界上更好地生活和工作。例如通信建设、交通运输建设，这都是当前我国社会主义建设的薄弱环节，要大力加强，而且要发展新的技术手段，如高速公路、高速铁路以及高速的水上运输。民航不仅要发展长距离航线，而且要发展近距离的辅助航线。所以，我国基础设施建设的任务还是相当繁重的。

钱学森提出的以上四个领域、九个方面的社会主义建设，即社会主义政治文明建设，包括民主建设、体制建设和法制建设；社会主义物质文明建设，包括经济建设和人民体质建设；社会主义精神文明建设，包括思想建设和文化建设；社会主义地理建设，包括环境保护和生态建设、基础设施建设。我国的社会主义建设事业，作为开放的复杂社会系统工程，从总体上来说，大致是这样一种系统结构。

当然，社会主义建设必须有中心，中心就是经济建设。而社会主义建设的各个方面又必须协调发展，才能获得高的效率。因为社会和社会存在的环境是一个非常复杂的巨系统，一定要用系统工程的方法，才能把各方面工作协调好。而要进行协调，首先必须清楚地认识到社会主义建设的各个具体侧面是什么，不要丢掉了任何一个方面。为此，钱学森曾经提出设置专门从事这项工作的总体设计部，来规划协调这四个领域、九个方面的工作。如果协调得好，我们社会主义建设的效率就可大大提高，建设的速度就可以更快一些。

本章主要内容原载于：

王寿云等著：《开放的复杂巨系统》，杭州：浙江科学技术出版社，1996年12月版



第 14 章
钱学森的“大农业”观

农业是国民经济发展的基础，如何既能保护和改良生态环境，又能有效地发展农业生产，让人民富裕起来，这是钱学森极为关注并竭力探索的重要问题。1984 年 12 月，钱学森应农业科学院院长卢良恕院士的邀请，在农科院第二届学术委员会会议上所做的学术报告中，首次提出了“建立农业型知识密集产业——农业、林业、草业、海业和沙业”[①]的科学构想。强调要充分利用太阳光能和生物资源，依靠各种高新科技进行生产，把一切有关的现代科学技术（涉及自然科学、社会科学、工程技术等）都运用到农业生产上，进行多种经营。同时，以市场为导向，组成严谨的农、工、贸一条龙的综合生产体系，使各项农业尽快产业化，走上民富国强之路。

在此后的 20 多年间，他的这一以创新和利用高科技为核心的大农业思想，随着生产实践的发展不断补充、完善与具体化，大致围绕在以下几个方面。

14.1 研究充分利用太阳能的科学技术

农业型知识密集产业是综合性的产业，钱学森统称为“大农业”，它包括：以经营种植粮食和经济作物为基础的农业（Agriculture）产业；以经营种

① 《钱学森论第六次产业革命通信集》，北京：中国环境科学出版社，2001 年 10 月第 1 版，第 228 - 239 页。

植、培育木本植物和林木加工、枝叶利用等为主的林业（Arboriculture）产业；以经营种植、养护草原、牲畜及其产品加工等为基础的草业（Praticulture）产业；以利用海洋滩涂经营养殖、捕捞鱼、虾、贝、藻等业的海业（Mariniculture）产业；经营挖掘、利用沙漠、戈壁、荒漠、荒滩潜力的沙业（Deserticulture）产业等等。[①]

万物生长靠太阳。地球上所有生物的生存与发展，其所依赖的能量，几乎都直接或间接来自太阳的光能，各种植物依靠太阳能，通过光合作用生长、繁衍；而煤炭、石油、天然气则是埋藏在地下的古生物（植物、海藻、微体生物等）吸收凝固了当时的太阳能，借以生长、繁衍留存在地球表层上，随后，经过漫长的地质历史沉积和巨大的沧桑之变而形成的；再有，地球上的江河、湖泊、雪山、湿地等的淡水，也主要来自强大的太阳辐射能，是太阳对覆盖地球表面 2/3 以上的海水，长时间照射、蒸发，上升到高空形成水汽，最终凝结成水，以雨、雪、冰雹等形式返回大地的；太阳能还可以在地球上转化为风力和水力资源。这些由太阳能转化的资源也都有利于发展农业生产。

因此，对于发展农业型知识密集产业，钱学森心中总是充满阳光，他认为农业型的这些产业是“以太阳光为直接能源，靠地面上或海洋里的植物的光合作用为基础，来进行产品生产的生产体系。太阳光是一个强大的能源，在我国的地面上，每平方厘米每年有 120—200 大卡的能量。也就是每亩每年接受太阳的能量相当于 114—190 吨标准煤所释放的能量。这是农业型产业得天独厚的优势。”[②]

迎着太阳这一思路走，可以为发展大农业打开创造性思维广阔驰骋的新天地。阳光是取之无尽，用之不竭的能源，要努力设法“让生物利用太阳光能为人类创造财富”[③]。或许可以说，发展农业型知识密集产业的主要工作，就是努力创造各种条件千方百计地利用太阳能。让普照大地的阳光，通过地面、湖海里的植物活体中的叶绿素，进行快捷、灵巧、神奇的光合作用，将太阳能固定下来，转化为适合植物自身生长所需要的营养，使之有能力不

① 《钱学森论第六次产业革命通信集》，北京：中国环境科学出版社，2001 年 10 月第 1 版，第 139 页。

② 《钱学森论第六次产业革命通信集》，北京：中国环境科学出版社，2001 年 10 月第 1 版，第 233 页。

③ 《向参加“钱学森建立沙产业理论十周年纪念会”的同志们致意》，《纪念钱学森建立沙产业理论十周年文集》，1995 年。

断自我更新、自我复制，产生新的生命、新的植物机体。

由此，20 多年来，钱学森一方面总结国内农业发展的新鲜经验，汲取传统农业的精华，一方面注意吸取国外有关农业发展的科学技术，并积极与国内有关专家、学者、各级领导反复研究、探索，逐步设计出开发沙产业、林产业、草产业、农产业、海产业等的可行性方案，并竭力争取当地以至中央领导的支持。经过近 20 多年的艰苦奋斗，这些“阳光农业”至今已显露出惊人的成就。

最先领悟到钱学森提出建立农业型知识密集产业，特别是沙产业构想的是原甘肃省副省长、全国科学技术协会副主席刘恕和中国科学院院士田裕钊，以及原甘肃省河西走廊张掖地委书记马西林等地方领导，他们积极组织本地区干部、群众学习、领会钱学森关于沙产业的新思路，利用当地晴空少云、日照时间长、昼夜温差大的特点，并因地制宜采用温室大棚、滴灌技术等进行生产实践。短短几年，全区经济年增长率保持在 15%以上，成绩显著，圆了不少西部农民“沙里淘金”的美梦。受到国内外专家的赞许和胡锦涛、温家宝、宋平、姜春云等中央领导的鼓励。1995 年 11 月 9 日温家宝总理批示：“钱学森同志和宋平同志提出，在我国西部戈壁沙漠发展沙产业，这些重要的理论和意见值得重视。一些地区的成功实践充分说明，办好这件事不仅有经济意义，而且有社会和生态意义。”2008 年 1 月 19 日胡锦涛主席看望钱学森时说：“前不久，我到内蒙古自治区鄂尔多斯市考察，看到那里沙产业发展得很好，沙生植物加工搞起来了，生态正在得到恢复，人民生活水平也有了明显提高。钱老，您设想的正在变成现实。”

除了沙产业，钱学森还非常关心同样也离不开阳光的林业，钱学森所谓的林产业，“是通过森林为主的生物系统将阳光充分利用，转化为人所需要的产品”[①]。他强调要“让大家知道：农业是立国之本，林业也是立国之本，不亚于农业，林业部不次于农、牧、渔业部！”[②]他还说：“中国的林业现况欠佳，令人着急！但社会主义林业一定有远大的前途，要为之团结奋斗！”[③]

在把太阳能转化为生物能源的绿色植物中，我国的天然草场是覆盖面

---

① 《钱学森论第六次产业革命通信集》，北京：中国环境科学出版社，2001 年 10 月第 1 版，第 119 页。

② 《钱学森论第六次产业革命通信集》，北京：中国环境科学出版社，2001 年 10 月第 1 版，第 27 页。

③ 《钱学森论第六次产业革命通信集》，北京：中国环境科学出版社，2001 年 10 月第 1 版，第 50 页。



积最大、适应性最强、更新速度快、最雄厚的自然资源。钱学森一直瞩目西北大草原，他与任继周、李毓堂等许多草业专家结为“草友”，经常互往磋商，他认为发展草产业应该与发展林产业、沙产业、农产业并重，要充分挖掘草原的资源潜力和效益。钱学森说：“这个草产业要最有效地把草原、草地上的太阳光能，首先通过植物，然后动物的转换，再加水资源、能源及其他工业材料的投入，最后产出的是直接上市场零售的商品。”[①]

可见，钱学森所谓的“大农业”，即农业型知识密集产业——农产业、林产业、草产业、海产业、沙产业，都是让人们通过植物充分利用太阳光能进行生产的事业。我们现在的农作物对太阳能的利用率还很低、很低，最多只吸收转化了1%，常常只有0.1%；运用高科技，创造适宜农作物生长的各种条件(温度、湿度、水分、土壤、肥料、种子、耕作、管理、设备、材料等)，把那些散发在太空中的99%以上的太阳光能，更多地利用起来，是挖掘各种农业资源潜力、提高农业产品质量和生产效益并使之可持续发展的成功之路。

14.2 研究发展大农业的各种高科技

资源有限，智慧无穷。按照钱学森的大农业思想，他最关心的是创造性地研究运用各种有效的高科技及其成果，实现多采光、少用水、防病害、防污染，优质、高产并优化生态环境，让资源永续。这是建立农业型知识密集产业与粗放经营的传统农业的根本区别，也是建立农业型知识密集产业的必要条件和核心。

例如，研究发明新型材料和节水设备，对传统的灌溉方法和设备进行改造革新。积极进行农田水利工程建设、研究各种雨水集蓄利用技术，以及应用高科技研究新型的温室大棚材料，使塑料薄膜具有更理想的透光性、坚韧性以及无污染和可降解的性质；改进埋设地下管道渗灌、喷灌以及温室膜下滴灌技术和设备；提高计算机对农业的调节控制作用，利用计算机信息技术，根据各种农作物生长需要，自动及时配置适量的水、肥等营养液和农药，实现科学用水、用肥，提高水的利用率，节约水资源；在温室大棚内，创造更适宜动植物充分吸收阳光、水分的条件和环境，还可以发展无土栽培、自动

① 《钱学森论第六次产业革命通信集》，北京：中国环境科学出版社，2001年10月第1版，第89页。

化饲养畜禽、工厂化农业等的新科技。

农业机械化的改革与提高也刻不容缓。利用电子信息技术、全球卫星定位系统、新材料、新工艺等高科技，革新、装备联合收割机、播种机、施肥机等农业机械设备，使机械作业更加科学、合理，更加精确化、自动化、低损耗、高效率。此外，农产品的机械加工设备，以及包装、储运、保鲜等技术，除继承和发挥中国传统工艺的精华，也急需在消化、吸收、引进国外成套设备和先进经验的基础上，运用高科技加以改革和创新。以期能够得到更加优质、理想的加工食品、药品、皮革、绒毛及其他农产品和工业用品，打进国内外市场。

高科技材料和设备还要物美价廉，让农民用得起。上述温室滴灌技术设备，最初从以色列、日本等国引进以后，能够在我国各地迅速得到采用，其中还有一个重要原因是，外国价值高昂的塑料薄膜和膜下滴灌设备，被聪明的中国人消化吸收以后，已能自主运用高科技开发出性能大体相同、使用方便、价格低廉的国产品（以色列的设备每亩需 2 400 元，国产的设备每亩只需 350 元，每年以旧换新更便宜）。相信通过采用最新科学技术进一步研究的成果，这种先进材料和设备的成本有望继续降低，可以让更多的农民轻松使用，使得每亩农产品的产量增高、成本降低，增加农产品的市场竞争力。

努力创新生物科学和生物工程技术（如遗传工程、转基因工程、细胞工程、酶工程和发酵工程等），改进传统的动植物育种和选种技术，努力提高对生产有价值的生物品种性状。根据人们的需要和生态环境，利用自然界宝贵的“生物基因库”搞转基因工程，准确地将某种动植物或微生物的优良性状基因，导入另一种动植物或微生物的品种中，改变其内在的基因组合结构，削弱其劣质性状，凸显其优质性状，改良成更好的品种；也可以采用动植物良种引进、杂交、嫁接、克隆等生物技术，借以创造出新的动植物优良品种。促进农作物、畜禽、林木、蔬菜、花果、牧草、鱼虾等的品种，向更加具有广泛的适应性、高抗逆性[①]、优质、高产的方向发展，以满足人们和市场对高质量农产品的需要。

---

① 抗逆性：即指动植物抵抗自然灾害的性质。如：抗病、抗虫、抗鼠、抗旱、抗酸、抗碱、抗腐蚀、抗瘟疫、抗污染、抗洪涝等性质。



利用高科技积极研制、开发生物性的农药、肥料、兽药、生长调节剂、动物疫苗等生物制品；同时采用生物技术，大量培育、繁殖有益的野生动物、鸟类、昆虫、细菌、微生物等，作为动植物病虫害的天敌，防止或消除自然界的敌害，尽快更多地取代对人畜有害又污染环境的化学肥料和化学农药。钱学森曾想到，在大草原上，“灭鼠最好少用药剂，用鼠类的天敌，如猫头鹰、黄鼠狼等”生物技术①。1994 年 11 月，钱学森从科学研究的角度进一步提出：“用生物治农林害虫是一个古老的技术。我从前就知道招灰喜鹊治松毛虫等技术。但后来发展了化学灭虫药，人们因便于使用而舍弃生物方法。现在则因化学农药引起环境污染，又返回来考虑生物方法。我国农林界要不要全面总结一下经验，找出今后发展的正确途径?”②

钱学森特别强调用现代科学技术发展草业，要像种庄稼一样，种好牧草。他说：“不能搞粗放经营式的放牧，要精心种草，让草原生长出大量优质、高营养的牧草。这里有培育并选用优良草种的工作，也有引种的工作，还有防止自然界的敌害问题，如灭鼠。”③

他还多次想到，为了提高农业的经济效益，要利用生物科学技术将各种废弃物，这种“送到我们家门口，不需要开采的资源”④，制成饲料等有用的东西，这样不但可以节约粮食，提高畜禽的生产能力、瘦肉率、产蛋率、产奶率，而且可以制成沼气和肥料，“变废为宝”。1990 年 9 月，他具体建议说：“应该利用生物科学技术，通过饲料加工，把下列现在作为废弃物的东西，生产大量畜禽的饲料，使饲料年产量比现在扩大几十倍、几百倍、上千倍：①畜禽粪便；②畜禽产品加工中废弃物；③城市粪便及部分垃圾；④草及农作物秸秆；⑤木本植物叶、枝；⑥工业废液、气、物。当然还要加菌种和添加剂。饲料工厂还可以产生沼气，除供饲料工厂自己用之外，可能还会作为燃气供生活用。”⑤“塘泥和沼气池渣最后还可用来肥田。”⑥为此，也“有必要在不同

---

① 《钱学森论第六次产业革命通信集》，北京：中国环境科学出版社，2001 年 10 月第 1 版，第 226 页。
② 《钱学森论第六次产业革命通信集》，北京：中国环境科学出版社，2001 年 10 月第 1 版，第 146 页。
③ 《钱学森论第六次产业革命通信集》，北京：中国环境科学出版社，2001 年 10 月第 1 版，第 226 页。
④ 《钱学森论第六次产业革命通信集》，北京：中国环境科学出版社，2001 年 10 月第 1 版，第 256 页。
⑤ 《钱学森论第六次产业革命通信集》，北京：中国环境科学出版社，2001 年 10 月第 1 版，第 73 页。
⑥ 《钱学森论第六次产业革命通信集》，北京：中国环境科学出版社，2001 年 10 月第 1 版，第 233 页。

地区，根据不同自然条件设置试验点，调集科学技术力量，创造经验，开辟道路。”①

总之，必须依靠高科技，发展先进生产力。集中精兵强将不断研究创新发展农业的高新技术，是建立农业型知识密集产业、提高农业生产力的根本途径，钱学森以他的大科学观和渊博的科学技术知识，曾为之提出许多有益的设想和建议，给人们以深刻的启迪。他希望国家和各级政府能够特别重视农业高科技的研究创新与应用，加大科研经费的投入，建立依靠政府、企业、团体、个人等多元化的资金投入机制；并希望国家和各级政府特别关心进一步完善农业科技教育、研究、推广一体化的科技创新体系，运用系统工程，统筹安排，系统协调管理，把高科技与农业、林业、草业、海业和沙业紧密地结合起来。

14.3 大力推进农业产业化

近年来，我国政府强调要搞好退耕还林、还湖、还草工程，防沙、治沙、保护天然森林、牧草、生物、水源，加强相关的法制建设、农业基础设施建设、公路交通以及教育医疗建设，并加大了投资力度。如今，党中央、国务院又把解决农业、农村和农民的问题作为缩小东西部差距，扩大内需，全面建设小康社会的重中之重，这一切都为我们保护生态环境、发展国民经济创造了从未有过的大好形势和历史良机。

借此东风，发展农业型知识密集产业，彻底丢掉我们头脑中传统的、粗放经营的农业观，树立适应当前国内外市场经济发展需要的“大农业”观。这就不仅要充分利用太阳光能，应用各种高科技，还要优化农村的产业结构，积极推进农业产业化的发展，实现两个转变：第一，尽快调整农业产业结构，向农业型知识密集产业——农产业、林产业、草产业、海产业、沙产业等多种经营转变，努力发展本地区独具优势的粮棉、油料、水果、蔬菜、畜禽、林木、药材、茶叶、花卉等特色产业；第二，加强市场意识，以国内外市场需要为导向组织起来，尽快由传统的个体分散的小农经营方式，向现代化的贸、工、农一体化的产业化经营方式转变。

① 《钱学森论第六次产业革命通信集》，北京：中国环境科学出版社，2001年10月第1版，第234页。



20世纪80年代农村改革开放以来，我国农村陆续自发涌现出的农业产业化经营方式，主要是以市场为导向，依靠政府、集体或各种龙头企业、协会等与分散的农户之间，根据不同产业的特点和发展阶段，以不同方式与农户建立自愿互利、风险共担的联结机制，其方式五花八门：有采用订单农业的、合同契约农业的，也有采用合同加服务、股份合作、资产入股等方式的。形成集体＋基地＋农户或公司＋农户等多种联结方式，是目前家庭承包经营与市场连接的桥梁，搞得好的还可以使农民分享加工、流通环节的利润，增加就业机会，增加农民收入，因而，受到农民的欢迎，有利于促进农业先进生产力的发展。这是推进农业产业化和现代化的重要组织形式，也是对我国农业基本经营体制的重大创新。

加快发展具有高科技和竞争优势而且带动能力强的龙头企业，是提高农业产业化经营的关键。龙头企业的兴衰与农户的利益息息相关，因此，需要政府对龙头企业及其自愿建立的各种集体和行业协会等注意引导与扶植，保护其合法权益。同时，为了使农业型知识密集产业真正广泛建立起来，除了依靠国家和各级政府部门的组织领导和财政支持，还要加大科技创新和先进技术推广的力度，鼓励有条件的龙头企业等组织或协会积极与科研院所、农业技术推广机构，采取多种形式加强联合与合作，用新品种、新工艺、新设备、新饲料、新农药等各种高科技及其成果，对农户进行产前、产中、产后的技术指导、培训与服务，努力提高农产品的特色和质量，发展无公害农产品和“绿色食品”，使之不断适合国内外市场的需要。

除了沙产业、农产业，钱学森对林产业、草产业的产业化发展也非常关心。森林是陆地生态系统的主体，林业的发展除为我们提供木材、林副产品外，还涉及防沙治沙、水土保持、气候变化、涵养水源、农作物生长、以至城市园林绿化等生态环境的良性循环与可持续发展。因此，开发林产业是功在当代、惠及子孙的大事。

1993年5月，钱学森向当时的林业部长徐有芳提出两条建议，阐释林产业。“①不是传统概念的林业，应该是通过森林为主的生物系统将阳光充分利用，转化为人所需要的产品，所以可谓林产业。它是林（加农、草、牧、渔、药）、工、贸相结合的企业。……这种生产方式是用系统工程的思想组织‘大林业’经营，是高产、优质、高效的林业。②除国有林之外，要大力发展个

体和集体的林产业，要发挥人民建设社会主义林产业的积极性。这样才能大大提高我国的森林覆盖率到30%以上。为此国家要有方针、政策，例如，建立林产业的产前、产中、产后服务业，制定有关法律、法规。这方面林业是大大落后于农业了，可以吸取十几年来我国农业的许多成功经验。”①

林业种类很多，包括生产林业(生产木质原材料)、综合效益林业(多功能、多品种)、公益生态林业(旅游、疗养、绿化)等等，都可以努力在各地区因地制宜地发展经营，使之产业化。他还建议：认真抓好种植“山地林、农田林(平原林)、草原林、黄土高原林、防沙林及海岸林”②。

钱学森建议，林业不仅是种树、绿化、出木材，还要综合多种经营，打破部门界限，发展横向联合，如有的提出搞林纸联营、育林与家具制造业结合起来。在农业区可以营造速生林，还可以开发林木中的各种副产品、珍贵药材、繁殖濒危野生动物、“林果并举、乔灌结合、多林种、多层次、多效能的立体林业，实现林业生产、木材加工和购销一体化的林、工、商综合经营。”③他觉得昆明现代林业开发区似乎是现代林业的一个示范。

草原是畜牧业发展的基础，对保护生态环境也有着举足轻重的作用。我国的草地面积很大，西部12个省市自治区约占国土总面积的2/3，而其中近一半是草地。建国以来，在传统的农业观念下，几次草原大开发造成“头年开了荒，二年打点粮，三年变沙荒”，加上超载过牧，致使80%以上的草原严重退化、荒漠化。

钱学森强调，在开发草产业的过程中，不仅要保护草原，更重要的是要统一规划，因地制宜，引种和培育优良草种，注意耕作与施肥，“精心种草，让草原生长出大量优质、高营养的牧草”④。他说，“运用系统工程的草产业，实是以草原为基地的草、牧、畜产加工、饲料工业、畜产制药，以至皮革制品等商贸的综合性产业体系，所以要用系统工程来组织经营。因此，也是知识密集型产业。一旦真正做到，按人口平均，人均年收入到5 000元是可能

---

① 《钱学森论第六次产业革命通信集》，北京：中国环境科学出版社，2001年10月第1版，第119页。

② 《钱学森论第六次产业革命通信集》，北京：中国环境科学出版社，2001年10月第1版，第52页。

③ 《钱学森论第六次产业革命通信集》，北京：中国环境科学出版社，2001年10月第1版，第46页。

④ 《钱学森论第六次产业革命通信集》，北京：中国环境科学出版社，2001年10月第1版，第236页。



的。"[①]我国人民的食物构成将发生改变,"风吹草低见牛羊"的美景也将重现。

发展知识密集型的草产业与发展知识密集型的农产业、林产业、海产业、沙产业一样,不仅要运用生物科学、生物工程、生物化学、系统科学、信息技术、电工技术、机械加工等高科技;而且要涉及社会科学的政治、经济、金融、法制、所有制、行政等各个方面[②]。钱老希望政府领导及各地区能够大力扶植"组织服务集体公司,包括屠宰公司、副产加工厂、饲料加工厂、草种公司、飞播公司……这是要投资的"[③]。缺少这些工作的重要支持,草业以及农业、林业、海业、沙业的产业化是搞不成的。为此,他曾多次上书国家领导。

钱学森的"大农业"观,特别是关于草产业、沙产业、林产业的理论和意见,多年来,一直受到内蒙古自治区领导的高度重视,他们将其列入规划,认真实施,成效显著。2001 年 6 月,钱学森得知东达蒙古王集团等企业成功的实践后指出:东达蒙古王集团等企业是在从事一项伟大的事业,将林、草、沙三业结合起来,必将开创我国西北沙区 21 世纪的大农业!而且实现了农工贸一体化的产业链,达到沙漠增绿,农牧民增收,企业增效的良性循环。

尽快把农、林、草、沙等各业结合起来,实现"大农业",推进农业产业化是使农户走向市场、走向富裕的桥梁,积极扶植各种具有高科技能力的龙头企业或农民自愿组织的协会等产业化形式,让农民更有效地组织起来,以市场为导向,齐心合力创新并引用高科技,因地制宜发展优质特色产业(包括旅游业),就不仅可以使人与自然和谐共处可持续发展,还可以逐步奔向小康社会,让人民世世代代在这秀美的山川中,过上幸福安宁的生活。

14.4 迎接第六次产业革命

如何发展农业生产又保护生态环境、防止荒漠化,是世界性难题。近百年来,世界人口日益增多,可耕地日渐减少,人们往往在"征服自然"夺得丰

---

① 《钱学森论第六次产业革命通信集》,北京:中国环境科学出版社,2001 年 10 月第 1 版,第 128 页。

② 《钱学森论第六次产业革命通信集》,北京:中国环境科学出版社,2001 年 10 月第 1 版,第 94,144 页。

③ 《钱学森论第六次产业革命通信集》,北京:中国环境科学出版社,2001 年 10 月第 1 版,第 65 页。

收之后，很快遭到大自然的“报复”。钱学森关于建立农业型知识密集产业的科学设想，教人们解放思想，实事求是，打破传统的粗放的农业经营方式，研究创新和运用各种高科技、充分利用太阳光能、推进农业产业化，逐步建立农业型知识密集的农产业、林产业、草产业、海产业、沙产业。

20 多年来，钱学森的这一大农业观，不仅对于发展大农业、致富农民、重建秀美山川具有重要的现实意义，而且有着深刻的理论意义，它使我们能够从成功的经验和失败的教训中，对于人与生态系统之间相互制约辩证发展的客观规律，获得更清楚更深刻的了解，让我们的认识实现一个新飞跃，登上一个新台阶！恩格斯曾说：“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的”[①]。钱学森预感到，建立农业型知识密集产业伴随着现代农业高科技的研究创新与发展，在自然界与经济社会广阔的生产实践活动中，必将涌现出新的高潮，并随之带来新的问题、新的需要，促使生物科学、地理科学、信息科学、系统科学、社会科学等各门科学理论与工程技术，相互耦合、相互促进，不断充实新内容、提高新技艺、完善新理论，继而在这 21 世纪里，引发一场新的科学技术革命。

钱学森以唯物史观为指导，纵观人类社会和科学技术发展的历史，深刻认识到科学技术对生产力发展以至经济和社会结构变革的巨大作用。他认为：“科学革命，就是人认识客观世界的飞跃；技术革命是人改造客观世界的飞跃。[②]”而科学革命、技术革命的发展必然引起社会革命和产业革命。20 多年来，他不断提醒大家：要注意我们正面临着一场新的产业革命，21 世纪初的产业革命。

钱学森所谓的“产业革命是生产技术引起的生产力大发展，从而引起一场经济结构的大变化，最后导致社会结构的飞跃。所以第一次产业革命发生于大约一万年以前，人从采集、打猎为生变为靠种地放牧为生；原始公社的社会制度变为奴隶社会制度。第二次产业革命发生于中国大约 3000 年前，即奴隶社会后期，商品交换出现了。第三次产业革命也就是发生于 18 世纪末、19 世纪初的西欧，所谓工业革命。第四次产业革命发生于 19 世纪

① 《马克思恩格斯全集》，第 20 卷，1971 年。

② 《钱学森论第六次产业革命通信集》，北京：中国环境科学出版社，2001 年 10 月第 1 版，第 228 页。

末、20世纪初，帝国主义开发了世界市场，生产体系也大为改观，出现世界规模的市场经济。列宁早逝，斯大林思想僵化，苏联未能及时进入社会主义市场经济，吃了大亏；也影响我国，损失了40年时间！第五次产业革命是世界正在进入发展的又一次产业革命，信息革命，是由电子技术引起的，这在我国已引起重视。随着社会主义经济体制的改革，发展我国社会主义市场经济，我国企业进入世界市场竞争，第五次产业革命必将在今后开展起来。”①

钱学森预言，21世纪初正在开始的这场以生物科学、生物工程（包括农业型知识密集产业）为先导，微电子信息技术、纳米技术、新材料等高科技群体共同发展所促成的科技革命，来势迅猛，农业逐渐工厂化、工业化，它将推进农业生产力的飞速发展，整个经济结构、生产体制也随之发生很大变化，工业与农业、城市与乡村、脑力劳动与体力劳动的差别逐渐缩小，最终引起社会结构的飞跃，形成一次新的产业革命，他称之为第六次产业革命。

让我们满怀希望与信心，用创造性的劳动与智慧去迎接这保护我们共同的家园、造福子孙万代的第六次产业革命吧！

本文曾发表于：
《西安交通大学学报》（社会科学版）2005年第1期

① 《钱学森论第六次产业革命通信集》，北京：中国环境科学出版社，2001年10月第1版，第107页。



第15章 钱学森关于“建筑科学”的思考

随着我国改革开放和社会主义市场经济的发展，城市人口急剧增长，城市化进程空前加快，道路纵横，高楼林立，人们的居住条件、生活环境迅速变化。作为一个地区的政治、经济、科技、文化中心的城市，日益发挥着重要的作用。如何搞好城市规划、城市建筑、城市管理；如何美化生活环境、保护文物古迹、作长远考虑等，已成为国家和人民共同关心的重大而迫切的问题。

钱学森和建筑学界的许多专家、学者、科技人员，十几年来一直十分关注城市规划、城市建筑等问题，他们怀着对祖国人民高度的责任感，在建筑科学的理论与实践中，不断吸取经验教训，探索前行。作为这一历史记录，钱学森和其他专家学者合著的《城市学与山水城市》，提出不少新鲜而宝贵的见解，对进行有中国特色的社会主义建设，具有十分重要的现实意义。

15.1 “建筑科学”的层次结构

钱学森看到我国建筑界同志针对目前存在的问题提出的意见，他总结既往，展望未来，建议把建筑科学归入现代科学技术体系[①]中，为第11大科学技术部门。他并且为建筑科学勾画出一个轮廓。下面我作为一名哲学工作者就此谈谈我的认识。

---

① 钱学森提出的现代科学技术体系构想原来包括：马克思主义哲学、十架桥梁和十大科学技术部门：自然科学、社会科学、系统科学、数学科学、思维科学、人体科学、行为科学、军事科学、地理科学、文艺理论等。



钱学森认为，建筑科学作为一门科学技术与其他十大科学技术部门一样，应以马克思主义哲学为指导，通过一座桥梁(建筑哲学)，把马克思主义哲学与建筑科学连接在一起；建筑科学又分为基础科学、技术科学、工程技术三个层次。可见，要建立起这样一个大的科学技术部门，不是一两门学科能撑得起来的，这意味着建筑科学要打开视野、要大发展，祖国建设需要建立起一大批新的、有实际应用价值的建筑学科群。

钱学森强调建筑科学也要以马克思主义哲学为指导，其意义就是希望每一个建筑工程师都能够自觉地用辩证唯物论来指导一切，也就是希望大家努力用科学的世界观和方法论去认识世界、改造世界，从实际出发，实事求是地总结我们的经验，发展建筑科学。不搞主观主义、唯心论，也不搞形而上学、机械论。

在钱学森看来，马克思主义哲学应该是“人类一切知识的最高概括”，“也是人类一切实践的概括”。“它是扎根于科学技术中的，是以人的社会实践为基础的”，哲学“只能因科学技术的发展而发展”。1994 年，他还说：“发展深化马克思主义哲学应先着眼于那十架桥梁。……最后再考虑上升到马克思主义哲学本身。”联系当前，要特别注意正确理解建设有中国特色的理论。把握大方向，明智远虑，勇于创新。

建筑科学到马克思主义哲学的桥梁——建筑哲学的主要内容大致涉及：建筑科学的理论与工程实施如何体现出有中国特色的社会主义道路，既不崇洋迷外，跟着洋人跑，也不盲目守旧仿古或沉迷于中国古代皇宫、富家园林、北京四合院、江南水居等……一成不变。钱学森强调：“现代社会主义中国要有新时代的建筑、新时代的城市。”[①]

建筑科学的基础科学——建筑学，大致涉及建筑与人、建筑与社会、建筑与科技手段、建筑与自然环境、建筑与文物古迹、建筑与历史文化等有关内容，是以建筑为核心，吸纳广泛科学领域的综合性理论。

建筑科学的技术科学，大致包括现在的建筑学、城市学等等所论及的诸内容，是如何把建筑学的一般理论运用于工程实践的学问。

---

① 钱学森于 1996 年 7 月 14 日给钱学敏的信。

建筑科学的层次

马克思主义哲学——人认识客观和主观世界的科学	哲学
建筑哲学	桥梁
建筑学	基础科学
现在的建筑学、城市学	技术科学
现在的建筑设计、城市规则	工程技术

建筑科学的工程技术，大致有现在普遍应用的建筑设计、城市规划等，是用于具体工程设计、规划的学问。钱学森习惯于用系统科学的观点，从整体上考虑并解决问题。他强调城市建设的总体设计，“把一个城市作为一座整体建筑来考虑”。首先要明确建设中的城市，其主要功能是什么？是国都？大港口？商埠？省城？是文化城？还是旅游城？工业城？城市功能不同，建设的特点不同，应各有所侧重。

15.2 建设"山水城市"造福人民

钱学森关于山水城市的设想，是中外文化的有机结合，是城市园林与城市森林的结合，也是 21 世纪社会主义中国的建筑模型。它对提高城乡环境建设质量，保证良性生态循环，增进人们的身心健康等等都展示出一幅美好的图景，值得研究与深思。

无论建设怎样的城市，都应努力把它建成“山水城市”。把建筑与城市环境美，作为整体景观来考虑，在继承我国悠久的历史文化传统的基础上，开拓前进。

钱学森认为：“我国的园林学是祖国文化遗产里的一颗明珠”。他希望“把中国的山水诗词、中国古典园林建筑和中国的山水画融合在一起，创立‘山水城市’概念”[①]。使每个城市都闪现着中国文化的精华，有一种意境美。

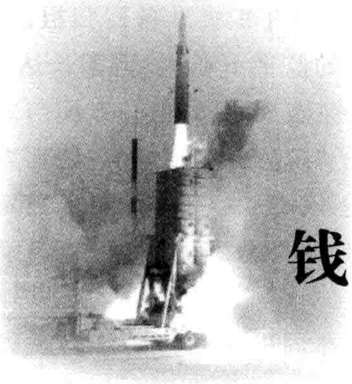
① 钱学森于 1990 年 7 月 31 日给吴良镛教授的信。

钱学森强调，建筑科学“是一门融合科学与艺术的大部门”，“建筑是科学的艺术，也是艺术的科学”，搞好建筑和建筑科学，需要广博的学识与丰富的实践经验，既要懂得科学，又要有艺术修养和功底，善于集古今中外智慧之大成。

对于建筑学家思维素质的要求，他一贯主张把科学的逻辑思维方式与艺术的形象思维方式结合起来思考问题，进行规划与设计，不可偏废。

建筑科学是综合性的科学，是科学思维与艺术思维的结晶，我们中国人如果能尽快把这一建筑科学更加完整、严谨地建立起来，并使之逐步变成雄伟壮丽的现实，那不仅造福于祖国和人民，也是对全人类的巨大贡献！

本文曾发表于：
钱学森论：《山水城市与建筑科学》，中国建筑工业出版社，1996 年 6 月版



第 16 章 钱学森——民族的骄傲

钱学森，著名科学家，祖籍浙江杭州。1911 年 12 月 11 日生于上海，1934 年从交通大学机械工程系（铁道门）毕业，同年考取清华大学公费留学。1935 年进入美国麻省理工学院航空系学习，一年后取得了该院航空工程硕士学位。1936 年转入加州理工学院航空系学习，师从力学大师冯·卡门，1939 年获该院航空和数学博士学位，曾任加州理工学院航空系副教授，麻省理工学院航空系终身教授，加州理工学院喷气推进中心主任、教授等职。

在美国期间，钱学森与冯·卡门教授先是师生，后是亲密的合作者，从事应用力学和火箭及喷气技术研究。他先从事空气动力学研究，接着转入固体力学研究，特别是薄壁扁壳和薄壁圆柱壳失稳问题的研究，并发表多篇论文。他的研究成果对推动航空工业从老的螺旋桨式飞机发展到现代喷气推进超声速飞机起了重大作用。著名的“卡门-钱公式”在计算机出现以前，一直是飞机设计中的一个重要计算公式。

1944 年美国陆军委托冯·卡门主持研究远程火箭，钱学森负责理论组。美军早期的“女兵下士”探空火箭和原始型的“下士”导弹就是他们研制成功的。1945 年 5 月，第二次世界大战硝烟将散，钱学森随美国国防部科学咨询团赴欧洲考察英、法、德等国航空和火箭导弹研究情况，回美国后，他发表了多篇调研报告，特别是他在《迈向新的高度》中的论文，为 20 世纪 40



年代美国火箭和导弹的研制成功和飞快发展奠定了理论基础。他也成为当时世界上颇有名望的优秀科学家和火箭专家。

1950 年 7 月到 1955 年 6 月，钱学森因热切盼望并积极准备回归祖国，受到美国当局的审查与拘禁，在联邦调查局特务的监视下羁留、迫害长达 5 年之久，一直不能实现报效祖国的愿望。但在这被监禁期间，他一方面与之进行坚决的斗争，另一方面以极大的毅力完成了“工程控制论”和“物理力学”的教学与研究，并在美国出版了《工程控制论》专著，为自动化技术奠定了理论基础。此后《工程控制论》被译成多种文字出版发行，成为世界自动化技术领域的经典著作。

1955 年 10 月 8 日，钱学森冲破重重阻力并在周恩来总理的亲自关怀与中国的外交斗争配合下，才得以回归祖国。回国后钱学森受命创建中国科学院力学研究所并担任所长。

1956 年 2 月 17 日，钱学森向国务院呈交了《关于建立我国国防航空工业的意见书》(当时为保密起见，用“国防航空工业”这个词来代替火箭、导弹和后来所称的“航天技术”)，最先为中国航天事业的建立与发展提出了极为重要的实施方案。1956 年 4 月 13 日，国务院、中央军委根据他的建议，成立了导弹、航空科学研究的领导机构——航空工业委员会，钱学森被任命为委员。

1956 年 5 月 10 日，钱学森受命组建我国第一个火箭、导弹研究机构——国防部第五研究院并担任首任院长，以后他又担任过国务院第七机械工业部副部长、中国空间技术研究院首任院长、国防科学技术工业委员会科学技术委员会副主任、高级顾问等职务。1998 年至今任解放军总装备部科学技术委员会高级顾问。

从 20 世纪 50 年代起，钱学森长期主持领导新中国火箭、导弹和航天器的科研攻关和试验工作。1960 年 11 月 5 日，钱学森在酒泉基地参与领导并成功地组织了我国制造的第一枚近程导弹的发射实验。这是我国军事装备史上的一个重要的转折点。

1966 年 10 月 27 日，钱学森参与领导和组织了用中近程导弹运载原子弹的“两弹结合”飞行实验，这次实验的成功标志着中国拥有了用于自卫的导弹核武器。

1965年1月8日，钱学森提出报告建议早日制订我国人造卫星的研究计划，随后此计划被列入国家任务。在领导人造卫星研制计划的工作中，他发挥了特殊的作用。1970年4月24日，我国第一颗人造地球卫星发射成功。

钱学森不仅对中国航天事业的迅速发展做出了卓越贡献，他还把发展航天事业的成功管理经验，广泛应用于其他科学技术领域乃至整个社会经济各个领域的实践，在中国现代化建设中发挥了重要作用。

著有：《工程控制论》、《物理力学讲义》、《星际航行概论》、《论系统工程》、《关于思维科学》、《论地理科学》、《科学的艺术与艺术的科学》、《论人体科学与现代科技》、《创建系统学》、《论宏观建筑与微观建筑》、《论第六次产业革命通信集》和《钱学森书信》(10集)等。

钱学森1959年加入中国共产党，是中国共产党第9至15次全国代表大会代表、第9至12届中央候补委员，是第2至第5届全国人大代表和全国政协第2届全国委员会委员以及第6、第7、第8届全国政协副主席。中国科学院、中国工程院两院资深院士。曾任中国科协副主席、主席。1991年5月，被中国科协授予中国科协名誉主席称号。

由于钱学森对应用力学、喷气推进、火箭导弹技术、航天技术、工程控制论、物理力学和系统工程理论等诸多科学技术领域做出了许多重大的开创性贡献，1957年获中国科学院自然科学奖一等奖，1979年获美国加州理工学院“杰出校友奖”，1985年作为第一获奖人，集体获国家科技进步奖特等奖，1989年6月29日在美国召开的国际技术与技术交流大会和国际理工研究所授予他“W.F.小罗克韦尔奖章”、“世界级科学与工程名人”和“国际理工研究所名誉成员”称号。

1991年10月16日，中华人民共和国国务院、中央军事委员会授予钱学森“国家杰出贡献科学家”荣誉称号，中央军委授予他一级英雄模范奖章。1999年9月钱学森获中共中央、国务院、中央军委颁发的“两弹一星功勋奖章”。

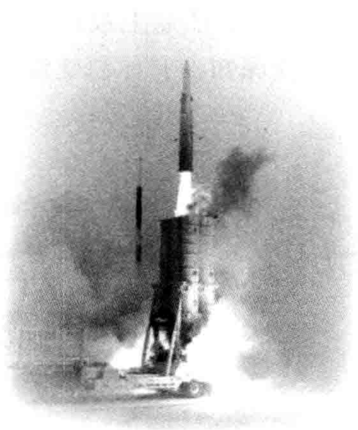
1994年，钱学森获首届“何梁何利”科学与技术成就奖。2002年获第二届“霍英东杰出贡献奖”。同年，国际小行星中心和国际小行星命名委员会审议批准将国际编号为“3763”号小行星，正式命名为“钱学森星”。

如今，年近百岁的钱学森仍和他年轻时一样，具有崇高的民族气节并深深地热爱着自己的祖国和人民，面对成就和荣誉他总是非常诚恳而谦虚地说："一切成就归于伟大的党、伟大的祖国、伟大的人民！我只是一粒小芝麻、沧海之一粟。"

钱学森是中华民族的骄傲，是人民心中一颗永远明亮的星。

钱学敏

编写于 2003 年 9 月 1 日



后 记

这本书能够面世，首先要深深感谢恩师钱学森的多年培养与教导，传授给我许多新鲜的科学思想和宝贵的人生哲理，带我来到一个洒满阳光的广阔天地。感谢蒋英教授、钱永刚教授对我的鼓励和关怀，并时常提供给我珍贵的资料和信息，使我能更好地了解到钱学森的思想观点。

还要感谢西安交通大学校长郑南宁和西安交通大学出版社社长林全，愿意考虑拙稿的出版问题，深深感谢总编助理陈丽和责任编辑张瑞娟等为了满足读者的兴趣与社会的需要，对书稿的标题、结构、文字以至内容等方面进行了高水平的修订、编辑与补充，付出了辛勤的劳动。

感谢双目失明 40 年的老伴俞长彬，他是我第一个读者和严厉的批判者，不仅在理论分析、外语翻译、遣词措意等方面给了我很大帮助，而且为了让我能专心工作，他时常默默地在黑暗中忍受着无尽的孤独与寂寞。

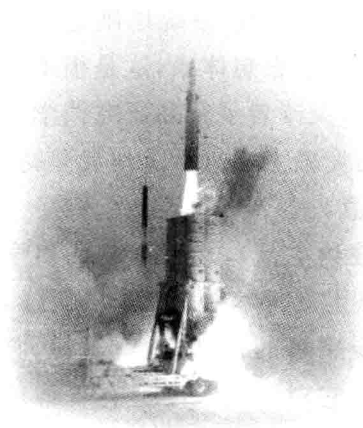
还有我可爱的儿女对我也十分理解，他们是我的电脑技术顾问和时事信息员，有时国外报刊上刚一出现有关钱学森的消息，我家里就会立刻响起来自异国的电话铃声，而为了不打扰我的研究工作，我们也不得不聚少离多。

感谢我的亲人：父亲、母亲和兄弟姐妹，是他们鼓励我走近钱学森，不断给我提供许多鲜为人知的钱学森早年情况和社会实情，并在科学知识、观点分析、文艺鉴赏等各个方面及时帮我纠正错误，提高认识。

感谢我的知己好友和所有为发表我的文章而付出辛勤劳动的报刊主编和责任编辑，难忘你们在我研究和阐述钱学森科学思想的征途上艰难地匍匐前进的时候，给了我以热情的鼓励和有力的支持，我深知没有你们就没有我的今天，我将恩情永志。

钱学敏

2008 年 1 月 20 日　于人大　静园



附　录

科学家的声音

——读《钱学森科学思想研究》有感

黄枏森

钱学敏教授著《钱学森科学思想研究》一书具有很高的学术意义和现实意义，也很有历史价值和保存价值，读后令人感触颇深。钱学森的科学思想是对现代科学技术的总结，有很深厚的哲学基础，但他的哲学思想是马克思主义哲学的一种特殊形态，其显著的特色就是与现代科学技术密切结合，它以最新的现代科学技术作为立论根据，因此，研究和发挥钱学森的科学思想必须具有一定的条件。有的哲学人想研究他的科学思想，苦于不懂得自然科学与工程技术，有的搞自然科学与工程技术的人，想研究他的科学思想，又苦于不懂得哲学，所以很难全面系统地理解和顺利准确地表达钱学森的科学思想。

钱学敏教授从事马克思主义哲学教学和研究工作 50 年，有深厚的哲学功底，虽然她不是自然科学专家，但她和钱学森的亲属关系以及她近 20 年来同钱学森的密切交往，弥补了这一不足。因此，在此期间她运用科学的思维方法，以她直接或间接掌握的钱学森的大量鲜活思想资料作为依据，把钱

学森在不同历史时期为解决各种实际问题和理论问题迸发出来的智慧火花，从哲学与科学技术两个方面加以总结，不仅多方面地、系统地阐述了他的科学思想，而且创造性地大致构建了钱学森的科学思想体系，这是很不容易的，前所未有的。在我看来，这一成果不仅为广大读者了解和研究钱学森的科学思想提供了系统而可靠的引导，而且对马克思主义哲学工作者坚持、研究和发展马克思主义哲学具有明显的参考价值。

马克思主义哲学即辩证唯物主义（和历史唯物主义），在钱学森的科学思想中的位置是十分清楚的。在他看来，马克思主义哲学就是科学的哲学，就是辩证唯物主义，它居于钱学森的科学体系金字塔的顶端，这就是说，它是以整个人类科学作为自己存在与发展的根基，它对一切科学具有普遍的指导功能。钱学森坚持这一观点的根据是他所从事的长期的、广泛的科学实践经验，这一点从钱学敏教授的介绍和分析中，可以得到充分的说明。据我所知，广大的科技工作者和实际工作者在这个问题上都是很清楚的，为什么在哲学工作者中反而争论不休呢？这是值得深思的，钱学敏教授的著作为我们提供了钱学森的科学思想，或许能为我们提供有益的启迪。

（作者系北京大学资深教授、著名哲学家）

本文刊载于:《 人民日报海外版 》(2008 年 12 月 16 日第 08 版)

作者简况：

黄枬森(1921 年生)，北京大学资深教授、著名哲学家、原国务院学位委员会哲学评议组成员，原北大哲学系系主任、博士生导师，中国马哲史学会会长、名誉会长。

中国人民的骄傲——钱学森

——评钱学敏著:《钱学森科学思想研究》一书

徐光宪

几个月前承蒙钱学敏教授惠赠新著《钱学森科学思想研究》,我上手阅读,就放不下来了,十天内通读了一遍,有的章节还反复阅读,深感受益非浅。钱学森先生是20世纪十年一遇的世界级伟大科学家,其成就和贡献远远大于一年一遇的一般诺贝尔奖获得者。所以研究钱学森的科学思想,对于培养我国创新型科技人才,建设创新型国家具有重大意义。

诺贝尔奖百年辉煌,威信很高,确实是评价世界一流科学家的重要标准,但不是唯一标准,因为诺贝尔奖有几个局限性:其一,诺贝尔奖只限于物理学、化学、生理学或医学、经济学、文学、外加一个和平奖,对科学技术的覆盖面有局限性。其二,诺贝尔奖获得者的科学成就大小的差别很大。大致可以分为三个层次:第一层次是百年一遇的伟大科学家,例如爱因斯坦、居里夫人,大概不到1%. 第二层次是十年一遇的伟大科学家,例如玻耳、伦琴、海森堡、薛定额、Dirac、L. Pauling、T. H. Morgan、J. D. Watson、F. H. C. Crick、等,不到10%. 第三层次是一年一遇的大科学家,约占90%。此外,诺贝尔奖评审也有失误,例如1948年的生理医学奖授予DDT的发明者P. Muller,他的学术成就本来不大,现在DDT已被禁用。又如1912年的物理奖授予发明灯塔的N. G. Dalen,其实他对物理学没有什么贡献。

钱学森,1934年交通大学毕业,1935至1955年,在美国学习和工作20年,师从高速空气动力学和喷气推进技术的先驱和世界最高权威冯·卡门(von Kármán),在加州理工学院获航空和数学博士学位。他是冯·卡门最得意的学生、合作者和接班人。冯·卡门退休后,钱学森任加州理工学院古根海姆喷气推进中心主任,成为美国空气动力学和喷气推进科学技术的第一把手。20世纪30年代,是航空喷气推进科学技术从亚声速向超声速突破的时代,因为理论跟不上而频频发生坠机事故。冯·卡门看到钱学森具

有特殊的数学才华，让他做这个理论难题。他不负导师的期望，预见了高速飞行将面临的一大障碍，即后人称为"热障"的难题，并在理论和技术上加以解决，从而实现超声速飞行。

那时钱学森的同学好友马林纳等正在进行火箭试验，也遇到了理论难题，邀请钱学森参加他们的研究组并得到解决，使美国的火箭和导弹研究领先于世界。

钱学森的另一重大科学成就是在20世纪40年代维纳提出《控制论》后，于1954年发表《工程控制论》，创建了这门技术科学。1955年8月钱学森在回国前夕，带领全家向老师冯·卡门告别时，献上他写的《工程控制论》和《物理力学讲义》。74岁高龄的冯·卡门在仔细阅读后深情地说："我为你骄傲，你现在学术上已超过了我"。对于钱学森的离美，冯·卡门是万分惋惜的，他无限感慨地说："美国把火箭技术领域中最伟大的天才、最出色的火箭专家奉送给了红色中国"。钱学森于1955年回到祖国，1956年出任国防部第五研究院院长，创建了中国的导弹和航天事业。

由于他在20世纪科学技术发展中做出的巨大贡献，在美国召开的1989年国际科学技术交流大会上，钱学森被授予"世界级科学与工程名人"称号，1999年又被媒体选为影响20世纪科技发展的20位世界级科技巨人之一（第一位是爱因斯坦，其次是玻耳、海森堡、居里夫人、冯·卡门等，钱学森名列第18，是20位中唯一的亚洲人）。所以钱学森是20世纪十年一遇的世界伟大科学家。他的成就远远超过第三层次一年一遇的一般诺贝尔奖获得者，他是中国人民的骄傲。1991年国务院和中央军委授予钱学森"国家杰出贡献科学家"荣誉称号。这是20世纪中国科学家唯一得到的百年一遇的殊荣。

钱学森不但在科学成就上是伟大科学家，而且他的品德所具有的高度、深度、广度和一生事迹的难能可贵，以及他对当年留美学生返回祖国所起的巨大促进作用，和他回国后作为中国知识分子的楷模的深远影响，也达到了很高境界。这在20世纪世界级的伟大科学家中，也是很难企及的。他的品德也许只有居里夫人热爱波兰祖国和她的无私奉献精神可以媲美。钱学森说过："我作为一名中国的科技工作者，活着的目的就是为人民服务"。这句话说得多么好呀！他是我们中国知识分子学习的最好楷模。

《钱学森科学思想研究》一书全面而又深入浅出地介绍了钱学森的学术思想,包括他的科学观、方法论、“大成智慧学”,以及钱学森论开放的复杂巨系统,论地理系统、论建筑科学、论科学与艺术等等。作者是中国人民大学教授,长期研究钱学森科学思想,并有自己的创新的见解。她与钱学森先生是堂兄妹,有很多交往和通讯。有些研究工作是在钱学森先生的倡导下进行的,所以有不少独到的见解。我觉得文理科的大学生和研究生,以及从事科学研究的人们都应认真研读。对如何做科学研究,如何掌握科学方法,如何创新,如何管理,以及如何做人、做事,都将得到很多启发和借鉴。

我深切地感受到钱学森科学思想的核心是超越时代的原始创新。他的有些想法,现在可能还不能被人们普遍接受,但相信一二十年后,会越来越显示出钱学森思想的重要性和前瞻性。

特此郑重推荐本书。

本文刊载于:《科学时报》2009 年 4 月 30 日

作者简况:

徐光宪为(1920 年生)中国科学院院士、北京大学教授、博士生导师、稀土研究中心主任、名誉主任、中国化学会理事长、著名物理化学家、无机化学家和教育家。2009 年 1 月 9 日荣获“国家最高科学技术奖”。

必集大成 方得智慧

——读《钱学森科学思想研究》有感

方克立

钱学敏著《钱学森科学思想研究》全面介绍了钱学森的科学思想，立意高远，科学与人文并重，读后令人感触颇深。

从科学与哲学相结合的角度论述钱学森的“大成智慧学”是作者的一大贡献，也是这本书的一大亮点。

钱学森是大科学家，又掌握了马克思主义哲学世界观和方法论（他称为“智慧的泉源”），故能打通天地人，打通自然科学、技术科学、社会科学和人文科学的界限，并利用信息社会的优势，坐集古今中外之智，在多个学科领域里提出超前见解，并创立“大成智慧学”。

比如钱学森说：“中医这个东西不是现代科学意义上的所谓科学，它是一个哲学，或者说是在早年现代科学还没有形成的时候，所谓的自然哲学”；“中医的理论和实践，我们真正理解了、总结了以后，要改造现在的科学技术，要引起科学革命”。这种认识真是了不起！一般科学家，不是通晓整个人类认识史的哲人，怎么会有这么深刻的洞见！在中国现代哲学家中，张岱年先生提倡“综合创新”论，冯契先生提出“转识成智”说，思路虽有些不同，但其精义与钱学森的“大成智慧学”都是可以相通的。

本书收进了钱学森给作者的多封亲笔信，不但增加了可读性，而且说明作者的研究得到了钱学森的亲自指导和认可，也增加了该书内容、结论的可信度。钱学森曾在信中对作者说：“大成智慧是我们近年来工作的核心”，“大成智慧是受启发于您的”，就是对作者实事求是的肯定与褒扬。

钱学森的经历、贡献、思想和人格本身就是一部最好的教材，比那些说教式的政治课教材要好得多。加之，全书行文流畅、深入浅出，学理科和学文科的人都能看得懂，我认为本书可以作为现代大学生、研究生的教材。它不仅可以帮助青年学生树立正确的世界观、人生观和价值观，尤其对于他们

树立正确的科学观、科学方法论，培养科学创新思维和爱国热情，有直接的启示和指导意义。

（作者系中国社会科学院学部委员、中国哲学史学会会长）

本文刊载于:《中国妇女报》2009 年 5 月 7 日

作者简况：

方克立（1939 年生）祖籍湖南长沙，为中国社会科学院学部委员、中国社会科学院研究生院前院长、博士生导师，国务院学位委员会哲学评议组召集人、中国哲学史学会会长。



《钱学森科学思想研究》述评

赵光武

《钱学森科学思想研究》是钱学敏教授在近20年来，通过与钱学森院士经常交谈、求教、探讨学问，近距离地观察、体验，对其科学思想有了比较准确全面的了解，并掌握了许多珍贵的资料，在发表了一系列研究论文的基础上，经进一步编选、修改、充实、深化汇集成书的，因此，有比较扎实的研究基础。

钱学敏长期从事马克思主义哲学史的教学与研究，在马克思主义哲学方面，有比较深厚的理论功底，理论方面的优长使她能自觉地运用辩证唯物主义世界观方法论，以直接掌握的大量鲜活资料为依据，对钱学森在不同时期为解决各种实际问题迸发出的智慧火花和理论创新，进行分析论证和科学解读。从而对钱学森的博大精深的科学思想，进行了系统全面又深入浅出的阐述，既有探索复杂系统实质的深刻性，又有联系现实进行通俗表达的可读性、普及性。

该书共16章，包括：钱学森的科学观与方法论；钱学森的哲学探索；钱学森论科技革命与社会革命；钱学森关于建立科学技术业的构想；钱学森关于现代科学技术体系的构想；钱学森的"大成智慧学"；钱学森论开放的复杂巨系统，……等。由于，成文前后相距近20年，各章节有些重复，应适当合并同类项，但总体来说，全书内在地贯穿着、体现着历史与逻辑的统一。《钱学森科学思想研究》，不失为一部开人眼界，发人深思，催人奋进的一本好书，书中有许多思想亮点，现着重阐释以下三个问题：

一、关于钱学森现代科学技术体系构想的论述

该书指出：这一构想涉及人类知识体系的各个方面：从横的方面来看，它横跨自然科学、社会科学、数学科学、系统科学、思维科学、人体科学、地理科学、军事科学、行为科学、建筑科学、文艺理论等11大学科门类各领域；从纵的方面来说，由理论的最高层次辩证唯物主义，经过部门哲学、基础理论、技术科学、应用技术到前科学，共六个层次，纵贯全过程。总体来看，是个开

放的矩阵式纵横交错的系统。

横向联系启示我们，研究学问要运用大跨度思维方式，“跨度越大，创新程度也越大。而这里的障碍是人们习惯中的部门分割、分隔、打不通。而大成智慧学却教我们总揽全局，洞察关系，所以能促使我们突破障碍，从而做到大跨度的触类旁通，完成创新”。[①]

纵向联系具体体现着：哲学来自非哲学，具体科学是哲学发展的基础；哲学是具体科学的向导，对具体科学有方法论的指导功能。形象地表达了哲学与具体科学的相互依赖与相互促进的辩证关系。

钱学森强调“要从整体上考虑并解决问题”。他的整体观不是主观随意地猜测和虚构，而是与现代科学技术体系熔铸在一起的。其现代科学技术体系，就内容来说，是集知识之大成，是博大精深的；就运用的方法论原则而言是“集大成 得智慧”，是“大成智慧学”、“大成智慧工程”。

二、关于钱学森的开放复杂巨系统理论的论述

现代科学的发展，在高度分化的基础上，呈现了高度综合的大趋势，其中蕴含着从简单性科学向复杂性科学的转向。20 世纪 70 年代以来，在许多学科领域开展了一系列有关复杂性或复杂系统的跨学科交叉研究，出现了一个用系统方法，以复杂性探索为中心内容的科学新领域——复杂性科学。在世界上先后出现的有：欧洲的以普里高津、哈肯、艾根为代表的自组织理论，即欧洲学派；美国的圣塔菲研究所，以霍兰为代表的复杂适应系统(CAS)理论，即美国学派。

80 年代末以来，钱学森通过对系统科学及其应用的探索和研究，特别是在建立系统学的过程中逐步认识到复杂性研究的重要理论意义与实践意义。他说：复杂性的问题，现在要特别地重视。因为我们讲国家的建设、社会的建设，都是复杂的问题。……解决这些问题，科学技术就会有一个很大很大的发展，我们要跳出几个世纪以前开始的一些科学研究方法的局限性去进行复杂性探索。他坚持以辩证唯物主义为指导探索复杂性，在持续而深入地研究了范围广泛的横跨诸多学科门类的问题基础上，提炼出了“开放的复杂巨系统”范畴。

---

① 钱学敏著《钱学森科学思想研究》，西安交通大学出版社 2008 年 6 月版，第 64 页。

他认为所谓复杂性是开放复杂巨系统的动力学，解决这类复杂系统问题用还原论方法不行。1990年初，钱学森和于景元、戴汝为共同发表了《一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论》一文，1991年钱学森又作了《再谈开放的复杂巨系统》的报告，他们经过多年的研究和探索，把对事物各种系统的研究，深入到开放的复杂巨系统的范畴，并提出了解决、处理开放的复杂巨系统的方法论，使钱学森一贯倡导的系统科学获得了重要进展。钱学森说："我和于景元、戴汝为同志在1990年初提出了开放的复杂巨系统的概念，它是再大的计算机和计算机网络也处理不了的问题，需要有新的思想和方法。我们把处理开放的复杂巨系统的方法定名为从定性到定量综合集成法，把运用这个方法的集体称为总体设计部"[①]。

20世纪50年代以来，信息技术的发展，电子计算机、多媒体技术、遥作技术、灵境技术、互联网络等的高速发展与普及，为我们进行创造性地思维与工作提供了前所未有的良好条件。因而组成人-机结合的劳动体系势在必行。这是钱学森所提倡的"从定性到定量综合集成法"的最大特点。综合集成法的实质是专家经验、统计数据和信息资料、计算机技术三者的有机结合，构成一个以人为主的高度智能化的人-机结合系统，发挥这一系统的整体优势去解决问题，开辟了探索复杂性的一条独特途径。在世界的复杂性科学的发展过程中，又诞生了我国以钱学森为代表的开放的复杂巨系统理论，即中国学派。

三、关于钱学森的科技革命与社会革命的论述

社会运动作为一个开放复杂巨系统是由生产力、生产关系（经济基础）和上层建筑三大层次构成的。这三大层次，以生产关系为中间环节构成两对矛盾：生产关系在同生产力的联系上，作为生产诸要素的经济结合方式，与生产力构成生产力和生产关系的矛盾；生产关系在同上层建筑的联系上，作为社会的经济结构，与上层建筑构成上层建筑和经济基础的矛盾。

历史唯物主义认为，生产力与生产关系的矛盾、经济基础与上层建筑的矛盾是贯穿社会始终的、规定社会运动形式本质的、推动整个社会历史前进的基本矛盾。其中，生产力是最活跃最革命的要素，是全部历史的基础、社

---

① 钱学森：1994年11月10日贺词《开创复杂巨系统的科学与技术》。

会发展的最终决定力量。生产力的发展变化往往是从生产工具的改进、生产技术的进步开始的，技术革命、科学革命可以引起物质生产力发展的飞跃，即产业革命。而生产力又总是在一定生产关系中运行的，生产力决定生产关系的发展变化，而生产关系又反作用于生产力。当它适应生产力发展需要时，促进生产力的发展，不适应生产力发展需要时，则阻碍生产力的发展。当落后的生产关系（社会的经济基础）在其上层建筑的维护下，严重地阻碍着生产力的发展时，生产关系与生产力的矛盾就会尖锐起来，社会革命的时代就要到来了。经过社会革命，变革生产关系，解放生产力，实现社会经济形态的飞跃。

钱学森以唯物史观为指导，沿着"把社会关系，归结于生产关系，把生产关系归结于生产力的高度"的思路，从阐释生产力是最活跃最革命的要素出发，以生产力的发展变化往往从生产工具的改进、生产技术的进步开始为基点，首先论述了科技革命可以引起产业革命，即物质生产力发展的飞跃；以生产力决定生产关系的发展变化为依据，进而论述了产业革命可以引起社会制度的变革，即社会革命。他按照历史发展的顺序，结合不同历史时期的科技发展状况、社会生产体系的变革以及社会制度的转变等历史事实，具体历史地论述了科技革命、产业革命、社会革命发展的"自然历史过程"。详见，1995年4月24所绘的钱学森论科技革命、产业革命、社会革命发展略图[①]：

科技革命、产业革命、社会革命

（第一至七次产业革命发展略图）

次序	科技发展状况	社会生产体系的变革	社会制度的转变
一	大约发生在10000年以前的石器时代，火的发现与使用	人类从狩猎、采集野果为生，发展到开始从事农业、畜牧业、渔业等 （形成第一产业）	原始社会向奴隶社会转变
二	大约公元前1000年至200年的青铜器时代以及铁的发现与使用	农、林、畜牧、手工、采矿、冶金业得到发展，产品有了剩余，出现了 商品和商品交换	奴隶社会向封建社会转变

① 钱学敏著《钱学森科学思想研究》，西安交通大学出版社2008年6月版，第11－12页。



三	18世纪下半叶至19世纪初,开始于英国的蒸气机技术革命	以机器为基础的近代工业兴起,如机器制造、纺织工业、建筑业等 (形成第二产业)	封建社会向资本主义社会转变
四	19世纪末到20世纪初,物理学革命,电磁理论的建立,电动机的发明	促进电机制造、电讯、交通航海、运输、国际贸易、金融等的发展 (形成第三产业)	资本主义从自由竞争向垄断资本主义发展,生产日趋社会化与私有制矛盾尖锐
五	二战以后至今,以相对论、量子力学等科学革命为先导,一大批高新技术(核、激光、航天、生物工程等)为动力的信息技术革命	科技业、咨询业、信息业迅速发展。出现世界一体化的生产体系,体力、脑力劳动差别逐渐缩小(形成第四产业)	开始形成包括各种不同国家政体、不同经济发展状况、不同意识形态为主导、打破地区界限的各国联合体——世界社会形态
六	即将到来,以微生物、酶、细胞基因等科学成果为代表的生物科学与生物工程技术(包括大农业)的飞速发展	以太阳光为能源,利用生物、水、大气,通过农、林、草、畜、禽、菌、药、渔、沙、海业加上工贸科技于一体的生产体系形成。城乡差别逐渐消失(第一产业逐渐变成第二产业,第二、三、四产业相互促进)	形成从资本主义向(社会主义)共产主义过渡的世界社会形态
七	21世纪相继到来,以人体科学(包括医学、生命科学等)为主导带动各种科学技术飞速发展	人的体质、功能、智能大大提高,加之先进的科学技术与设备促成组织管理革命,必将引发新的产业革命。工业、农业无差别	叩响共产主义大门,开创世界大同的人类新纪元

该图用大量的历史事实,具体历史地论述了科技革命、产业革命、社会革命的因果联系、递进过程与发展趋势,揭示了实现共产主义“世界大同”的历史必然性。

本文刊载于:《光明日报》2009年6月16日 理论版

作者简况:

赵光武(1931年生)北京大学教授 博士生导师,北京大学哲学系副系主任,北京大学研究生院副院长,北京大学现代科学与哲学研究中心主任,中国辩证唯物主义研究会副会长。

一部研究钱学森科学思想的重要学术著作

苏　青

评论这样一部研究钱学森科学思想的重要学术著作，我是深感力不从心且颇为惶恐的，但想到评介这本书的最重要目的，就是为了宣传钱学森的科学思想，探寻钱学森科学思想的博大精深和丰富哲理，弘扬钱学森崇高的爱国热情和勇于创新的科学精神，心中的忐忑也就踏实了许多。《钱学森科学思想研究》一书是钱学敏教授20年来学习研究钱学森科学思想的理论结晶，仔细读来，我以为该书具有如下五大特点。

一是比较全面、完整地反映了钱学森的科学思想体系。作为一位伟大的科学家，钱学森不仅是工程控制论的创始人和人类航天科技的重要开创者、主要奠基人之一，为我国航天事业的发展和"两弹一星"研制成功做出了巨大的贡献，还是一位科学思想远见卓识的探索者和先行者。他的科学思想涉及人类知识体系的方方面面，反映了我们这个时代精神风貌的精华。《钱学森科学思想研究》共16章，研究内容涉及钱学森的科学观与方法论、哲学探索、论科技革命与社会革命、关于建立科学技术业、关于现代科学技术体系的构想、大成智慧学、论开放的复杂巨系统、艺术情趣、论科学艺术与创新思维、思维科学、关于教育事业的设想、社会论、论地理系统和社会系统、大农业观、关于建筑科学的思考等，可谓内容丰富，论述全面，堪称迄今为止论及钱学森科学思想最为全面、最为完整的一部学术著作。

二是对钱学森的科学思想有着比较准确的把握。作者钱学敏教授先后在中国地质大学、北京大学、中国人民大学长期担任马克思主义哲学史的教学与研究工作，有着比较深厚的马克思主义哲学理论功底。她能自觉运用辩证唯物主义世界观和方法论，依据直接掌握的大量鲜活的研究资料，对钱学森在不同时期为解决各种实际问题迸发出的思想闪光、智慧火花和理论创新进行了分析论证和科学解读，从而梳理出钱学森博大精深科学思想的



发展脉络和理论体系。钱学敏认为,钱学森的"科学理论体现着辩证的哲学思维,他的哲学思想有着深厚的科学底蕴;他的科学思想来自实践,为了实践,常常是自然科学与社会科学以及有关科学技术等学科知识的综合集成;他的科学观和方法论不仅吸取了中国传统文化的精华和当代世界最先进科学技术特别是信息技术革命的成果,而且凝聚着深厚的爱国热情和高度的社会责任感,一切都是为了祖国的强大、世界的和平、人民的幸福。"我以为,钱学敏教授的这段论述是对钱学森科学思想的一个准确把握。

三是研究钱学森科学思想的方式独特。钱学敏教授是钱学森的堂妹,研究钱学森的科学思想有着得天独厚的条件。1989 年,钱学敏加入钱学森领导的系统学讨论班学习,随后又参加了钱学森亲自领导的一个小型学术研讨班子,开始系统研究和阐述钱学森的哲学和科学思想。尽管是堂兄妹关系,但两位学者探讨问题的方式除了口头交流外,更多地是通过书信进行。20 年来,钱学敏教授"经常与他(钱学森)通过书信探讨各种学术问题,有时一周能够收到他(钱学森)两三封来信,至今我们往来的书信约有 400 余封"。从某种意义上说,作者是在钱学森的亲自指导下开展钱学森科学思想研究的,有的研究课题甚至还是在钱学森的倡导下开始研究的。这种口头交流和书面研讨相结合、互动响应式的独特研究方式,不仅使得钱学敏教授对钱学森科学思想有了比较准确、全面的把握,还使得她在探究钱学森科学思想的诸多问题上形成了自己许多独到的见解。

四是作者有关钱学森科学思想的研究成果一定程度上经受了历史的检验。钱学敏在"致读者"中指出,"这本《钱学森科学思想研究》是在钱学森的督促、指导和帮助下,我陆续写成并发表了文章的基础上,经过编选、修改、补充而成。"全书收录的大部分论文发表于 20 世纪 90 年代,其中最早的发表于 1989 年,因而在一定程度上经历了学界和历史的检验,研究成果因而更加显得有价值。

五是《钱学森科学思想研究》堪称深入浅出研究学术问题的范例。和通常的学术著作故作高深不同,这部学术著作叙事与研究结合,语言生动,文字流畅,可读性强,堪称深入浅出研究学术问题的典范。在第 8 章"钱学森的艺术情趣"里,作者通过讲述钱学森从小接受良好的家庭和学校教育、工作后得到"火箭小组"的艺术启迪以及婚后日常生活中受到夫人蒋英作为音

乐家的艺术熏陶，从而阐明了钱学森科学艺术观的形成过程，以及对创新思维诸多问题的思考成果。在我看来，这样的研究分析入情入理、真实可信，读来也兴趣盎然，不忍掩卷。

不必讳言，诚如钱学敏教授自己所言，这部学术著作中的各篇论文“由于成文前后相距20年，因而各章节间不免有些重复，也会有不少疏漏甚至不妥之处”。比如，作者在归纳钱学森的科学思想时，各章节的划分就有值得商榷之处，第8章“钱学森的艺术情趣”和第9章“钱学森论科学艺术与创新思维”所研究的基本属同一问题，因而似可归为一章。此外，作为钱学森的亲人，作为一位对钱学森充满了崇敬甚至崇拜的学者，在研究、总结钱学森的科学思想时，难免不会受到感情的左右，一些对钱学森某些科学思想的学术争议因而遗憾地没能在书中得到反映。

但是，瑕不掩瑜。作为一部研究钱学森科学思想的重要学术著作，《钱学森科学思想研究》的出版，对指导广大科技工作者如何从事科研，如何掌握科学方法，如何创新，乃至如何做人做事，都是很好的启迪和借鉴。这也是我读这本著作的最大收获。

本文刊载于《科技导报》2009年第21期

作者简况：

苏青(1961年生)，祖籍湖南长沙，国务院政府特殊津贴获得者，现任中国科协学会服务中心副主任、研究员，科普出版社(暨中国科学技术出版社)社长，党委书记，兼任中国科学院研究生院人文社科学院兼职教授、中国科普研究所兼职研究员、中国科技期刊编辑学会副理事长、中国文字著作权协会常务理事等职。





再版感言

我永远不会忘记 2009 年 10 月 31 日这一天,敬爱的钱学森怀着对祖国人民无限眷恋之情,静静地走了。正当我悲痛不已,冒着漫天大雪含着满目清泪为他老人家送行的时候,得知他的母校西安交大出版社决定再版我的《钱学森科学思想研究》一书的信息,这信息犹如在那皑皑白雪覆盖下的一枝翠柏,吐露出一线生机。令人感到钱老虽然离开了我们,但他将永远活在我们心中,人们仰慕他,渴望从他那闪光的智慧中汲取更多的科学精神、科学思想,世代传扬。

近日来,当我重新审阅校勘《钱学森科学思想研究》一书时,透过一篇篇文章的字里行间,我仿佛回到了钱老身边,又见到他慈祥的笑容、又听到他亲切的话语,那情景宛然在目。

一

记得那是 1989 年初秋,我冒昧地走近刚刚获得"小罗克韦尔奖章"和"世界级科学与工程名人"称号的钱学森,想研究研究"钱学森"或写一写他的传奇故事、他的传记。没想到他一见到我非常高兴,当得知我过去一直在搞马克思主义哲学发展史的研究时,更是对我兴趣盎然,他微笑着悄悄对我说:"'钱学森'没什么好研究的,'传记'等我去见了马克思你再写,现在咱们一块儿来发展马克思主义哲学好不好?"

当时我的老传统观念很深，认为这种事情属于马克思、恩格斯、列宁、毛泽东等伟大的革命领袖才能干的事，我们俩怎么能发展马克思主义哲学呢？但又不愿扫他的兴，于是，便委婉地回答他说："钱老，您发展吧，您什么时候想好了怎么发展马克思主义哲学就告诉我，我来给您记录下来。"言下之意是我干不了，我想逃脱了。我以为他一心想"发展"的事就这样结束了。没想到几天之后，他就开始给我布置一大堆任务，不是让我这堂妹买菜做饭，也不是让我护理照看，而是让我研究什么"行为科学的哲学"、"现代科学技术体系"等一些我完全陌生的领域，后来也有机会让我参加撰写了简要的《钱学森传》。

倏忽两三年过去了，我对他的科学与哲学思想刚刚摸到一点边儿，钱老就迫不及待地让我"在干中学"，1993 年春开始，他一封封来信如同律令：让我尽快写出三篇大文章，发表出去。他说：第一篇的总题目是"科学技术是第一生产力的理论"；第二篇大作是"大成智慧学"；第三篇是新的，即"社会形态的新阶段——世界社会形态"。然后，每过上一到两个月不见成果，他就限定我交稿时间，开始催促起来了。我无可奈何，谁让我"自投罗网"呢？我只得疏亲慢友，不修边幅，整日在阴暗的陋室里，趴在一架老式缝纫机的台面上，紧张地学习、钻研、写作，感到压力很大。最痛苦的是我摸不清他把我这样"逼"下去与他想要拽着我一起去发展马克思主义哲学有什么关系？

有一天我真觉得喘不过气来，受不了啦，便鼓起勇气对钱学森说："我知识不够，我干不了这活儿！"希望能给我解脱。他看着我眨眨笑咪咪的眼睛对我说："你知识不够可以学呀！我的知识也是学来的，你不懂的也可以来问我。"他说的那么轻松，却完全没有给我减压松绑的意思。而当时最让我不能理解的是他还好象哄小孩子似地鼓励我说："你在中年时期能够有机会研究这些问题，应该感到兴奋和幸福啊！"

那时，我只是对他敢于冲破重重阻力回到祖国，并在研制"两弹一星"上做了杰出的贡献，感到很神奇，非常敬佩，而对于钱学森的科学思想我知之甚少，对于他的哲学探索我也还处于"莫名其妙"的状态。所以，除了"苦与累"，我完全没有什么"兴奋和幸福"之感，只是出于对钱学森的景仰与亲情，我才硬着头皮继续干下去。有时真好象闯入了一片杂乱的灌木丛林，不得不趴下来匍匐前进，艰难地探寻科学的入口。



二

春去秋来，转眼又是4年的学习与探索过去了，从1993年到1997年这期间，在钱学森的督促、培养和指导下，我初步找到了路径，先后写出了20多篇文章，阐述钱学森的科学思想、他的哲学探索、以及他对未来的战略思考等，接连发表在《人民日报》、《光明日报》、《哲学研究》、《北京大学学报》、《西安交通大学学报》等报刊上，我还应邀在北京大学、西安交通大学、中国科技大学、中国科学院研究生院等单位讲学，介绍钱学森的科学思想和哲学探索，引起了学术界的关注。

1997年春天，正当大家逐渐"读懂"了钱学森，渴望再直接聆听他的精彩演讲时，86岁的钱学森行动不便了，为了祖国尽快研制出"两弹一星"，他曾顶风冒雪常年奔波在西北大漠之中，整日殚思竭虑、呕心沥血又营养不足，骨质逐渐疏松了，所以，进入晚年之后，他的腰腿开始疼痛难忍。他曾指着自己的两条腿对我说："可能是我当时年轻，冬天到基地去只穿一条毛裤，腿受寒了，以后多穿点就会好的，没事！"他开始扶着助行器，忍着剧烈的疼痛，一步一步顽强地练习走路，常常疼得他涨红了脸、满头大汗，让人看了都要心疼得流泪。

记得有一天，一位资深男医生走进他的病房，仔细检查了一下他的双腿以后，严肃而又和蔼地说："钱老，您今后恐怕必须长期卧床休息了"。钱老深知这句医嘱的含义，这是他最不愿意知道的严重后果。他毫无思想准备，一时间，他顿感失落与悲凉，一头倒在床上喃喃地说："我从此再也不能为人民服务了，还要国家花钱来照顾我，我活着还有什么意思呢？"说罢，禁不住潸然泪下。

夫人蒋英最理解钱老这满腔为国为民的赤子情怀，便立刻伏在他的身上亲切地说："学森，别这么想，你看巴金快活到一百岁了，冰心也90多岁了，他们在家里不是也为人民做了很多事吗？……"我从未见过他泪流满面，如此伤心，因而惊得手足无措，便慌乱地也随着劝道："钱老，您不能常出去参加社会活动，可以有更多的时间好好总结过去的经验、深化已知的理论、展望未来的前景啊！"

钱老本是位非常乐观而坚强的人，是位了不起的英雄，听得我们几句劝慰以后，便也很快控制了自己的情绪，破涕为笑了。他还故意略带得意的神态对我们说："我现在就是脑子还管用，我要为我的脑子好好活着。"此后，他虽常年身居卧室，但他依然惜时如金，非常勤奋，每天都读书、看报，博览群书，关心着国内外大事和人民的疾苦。

他时常以亲笔写信的方式，与四面八方各个领域的专家、学者以至党和国家军队的领导人，探讨各种重大现实问题和理论问题，表达自己的有关建议、解决方案和一些前瞻性的战略思考，并在系统科学、思维科学、地理科学、军事科学、建筑科学、行为科学、金融经济学、大农业、以至大成智慧学等哲学和科学技术领域，都提出了不少创新的见解，提炼并深化了科学理论。他思如泉涌，书信万千、直言尽意，时常有智慧的火花闪现，令我美不胜收，对于他的科学思想和哲学探索也渐渐入了点门。

三

1997 年夏天，我又来到钱学森的身边，向他汇报我初步研究和整理出来的他对"大成智慧学"探索的有关文章、演讲和书信，我打算给他编成一本书：《钱学森论大成智慧》。当时他坐在病床上，脸色红润，精神很好，他认真地翻看了这些材料以后，语重心长地对我说："其实，关于'两弹一星'的科学与技术，我在美国时就都掌握了，也做出来了。回到祖国以后，只不过是把它拿过来运用，虽然也有一些创新，但基本的、原始的创新不多。而我多年来和你们一起研究和探讨的这些问题与设想，才是我回国以后开创性的、全新的观点和理念。它的社会意义和对现代科学技术发展的重要性，可能要远远超过我对中国'两弹一星'的贡献。所以，你现在能把我长期以来在不同时期、不同场合表述的点点滴滴的思想给'穿'起来，系统起来，这很好！"

钱学森对我讲的这番话，令我十分震动，他的每一句、每一字都牢牢地"录制"在我的脑子里了，连同他当时用两只手学做穿珠子的样子，以示我把他零散的思想给"穿"起来的神态都牢记在我心里了。也就是在那一刻，我才恍然大悟，深切地感受到，钱学森走出发射现场退居二线以后，他继续带领大家冲破一切阻力，积极追求真理，提出许多新观点、新理念、新方法，对



于现代科学技术发展和祖国的现代化建设的重大现实意义。

回想那些年，我紧紧拽着钱老的衣袖，跟着他在荆棘载途的崎岖山路上奋力攀登的过程中，一路上采摘下的"奇花异果"，探索中的"大成智慧学"实际上就是钱学森晚年把现代科学技术的最新成果与辩证唯物主义哲学紧密结合起来，丰富、发展和创新马克思主义哲学的伟大尝试。

2001 年，为了祝贺钱学森 90 寿辰，我写出了近两万字的《试论钱学森的大成智慧学》一文，阐述他对科学的世界观、人生观、方法论的哲学探索和对马克思主义哲学开创性的发展，并在《人民日报》(海外版)和《首都师范大学学报》上正式发表了，不少报刊随即予以转载。我很快把这篇文章的几份印刷活页献给了钱老，祝贺他生日快乐！他高兴地立刻把它分发给有关的人，请他们悉心关注这个问题的研究、提提意见，并对夫人蒋英笑着说："你也看看吧"。

四

2005 年 3 月 4 日的一个下午，我忽然接到钱老的儿子永刚打来的电话，他说："老太太(钱老夫人——笔者)给你安排了一个节目，请你 3 月 6 日到我家来，给你祝寿过生日。"我一听，真是受宠若惊，又觉得有点蹊跷，就故意诙谐地说："给我祝寿？我不敢当，要是让我折寿我就去！"永刚接过话茬儿也幽默地说："那好，到时候我用汽车来接你！"其实，我已好几年没见到钱老了，非常想念他，也很惦记他，为了他能健康长寿，平时我们都竭力压制住内心的思念，不去打扰他。这一次去，不知能否见他老人家一面？我日夜企盼着。

3 月 6 日那天下午，我刚一进门，还没来得及脱下大衣，就被钱老叫到他的身边，我以为让我进屋看他一眼，就得立刻出来吃生日蛋糕了。没想到钱老一见到我，急切地询问了我的家人子女的情况之后，就非常高兴地说："我今年回国 50 年啦！整整 50 周年啦！哎呀，这 50 年中国的变化多大呀！"

接着他滔滔不绝地说起新中国建国 50 年来的伟大成就，感到十分欣慰和自豪，他那炽热的爱国情怀溢于言表。谈话间，我惊奇地发现，多年不见，钱老虽然比过去瘦了一点，但是脸色依旧是那么红润，精神依然是那么矍



铄，头顶后面稀疏的白发有的还神奇般地变黑了。

以往钱学森和我在一起，很少谈论自己的过去，他总是喜欢站在时代洋流的潮头高瞻远瞩展望未来。今天，不同寻常，他从回国50年的感言之后，很快就详细地谈起他在美国学习、工作以至回国前受到美国政府无理阻挠和迫害的具体情景，蒋英老师在一旁也不断以中文和英文加以补充和说明。两位相伴终生、相濡以沫的贤伉俪，兴致勃勃地共同回望携手走过的风风雨雨，那情景真是感人至深。

他们讲述的许多新鲜内容和历史观念，给我打开了视野，启发我重新思考和审视第二次世界大战中的许多历史人物和历史事实。也使我对钱学森在美国期间，对世界航空航天事业以及第二次世界大战胜利，所做的无可估量的历史贡献，有了更为清晰的了解。

那天，钱老喝了一杯橘汁，略微休息一下。我立刻拿出相机把他这愉快的瞬间变成了永恒（请见本书封二之照片）。话锋一转，他那双明亮欢快的眼睛穿越了时空，又开始给我讲起自己童年和父母在一起时的快乐时光，以及青少年时曾受到家庭和学校在理工文艺、特别是文学艺术等方面的教育和熏陶。表明父母、老师、学校的全面教育是自己一生能为国家做点事的重要基础。

谈话间，两位相依相爱的老人还愉快地回忆起"青梅竹马"的有趣生活，钱老指着那年已86岁的爱妻蒋英笑着说："他从小在我们家，是我们家培养的女儿。"蒋英老师也摇着满头卷曲的银发，闪动着美丽的大眼睛笑着说："我叫钱学英！"那样子仿佛仍是当年那个活泼可爱的小英妹。这一段童年的追忆，说得我们都大笑起来，也使我又一次感受到钱老时常涌现出的对父母、老师、以至妻子的无限感恩之情。

我惊喜钱老在94岁高龄时，还保持着这么清楚的记忆力和语言表达能力，他一连讲了一个多小时还毫无倦意，若不是蒋英老师担心钱老过于兴奋和劳累，执意拉我去吃生日蛋糕、送我生日礼物，我真愿意留在他的身边，继续听他讲下去。

我永远不会忘记，当我站起来向钱老告别时，他用温暖的大手紧紧握住我的手，无言地望着我，眼里闪动着深情期待的目光，那一刻，我也感到真是"相见时难，别亦难"啊！下一次见面又不知在何时了，禁不住眼里噙满了泪



水，哽咽着说："钱老，您多保重，我会常来看您的。"

从钱老家"过完生日"回来以后，我很快根据他 2005 年 3 月 6 日的往事回忆，写出了三篇文章：《钱学森在美国的 20 年》(1935—1955)、《钱学森对祖国建设的科学思考与贡献》(1955 以后)、《钱学森关于大成智慧教育的设想》等，先后发表在 2006 年《西安交通大学学报》(社会科学版)和《光明日报》(军事版 10 集连载)、2008 年《光明日报》(光明讲坛)上。后来，听蒋英老师说，钱老把发表在《光明日报》上的《钱学森在美国的 20 年》的 10 集连载都一一剪下来贴好，汇集起来了。

2008 年初夏，我的《钱学森科学思想研究》一书由西安交通大学出版社正式出版了。当这本新书摆放到他的桌前时，年已 97 岁的钱学森虽已看不清书里的小字了，但他一看到那金黄色的大字书名和作者，就知道书里可能写了些什么，他坐在病床上，又用他那温暖的大手，摸了摸这本书封皮上自己的半身坐像和钱学敏的名字，会心地笑了……

我绝没有想到 2005 年 3 月 6 日我离开钱老的那一刻，竟是我们的永诀！从今以后，我再也不能走到他的身边，望着他那红润的笑脸，聆听他亲切的鼓励和教导，我再也听不到他给我布置写作任务和不停的督促。……

如今，我也年逾古稀，回顾我这坎坷不幸的人生，我才真切地感悟到，在钱老亲自指导下工作的这个时期，才真正是我生命中最"兴奋和幸福"的时期，我深深留恋过去这一段美好时光，可惜伟人已去，时不再来，我无限怀念我的恩师敬爱的钱老，我相信他的崇高品格、他的科学思想、科学精神和他那炽热的爱国情怀，将成为中华民族宝贵的精神财富。

钱学森没有走，他永远和我们在一起，你看那高悬在天宇的钱学森星，恰似钱老明亮期盼的眼睛，它那璀璨的光芒永远为我们在黑暗中照亮前程。

钱学敏 2009 年 12 月 11 日 写于密云山中

［Ｇｅｎｅｒａｌ Ｉｎｆｏｒｍａｔｉｏｎ］
书名＝钱学森科学思想教育 （第２版）
作者＝钱学敏著
页数＝２５８
ＳＳ号＝１３５３３６７０
出版日期＝２０１０．０９

前言
目录